

691.5

B 19

15

ОБЪ ИЗСЛѢДОВАНІЯХЪ
ПРОПОРЦІИ
ЦЕМЕНТНЫХЪ РАСТВОРОВЪ.

СОСТАВИЛЪ

Б. П. Васенко.

ИНЖЕНЕРЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ

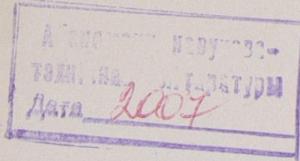
Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

1896.

1991

691.5

B19



ОБЪ ИЗСЛѢДОВАНІЯХЪ

ПРОПОРЦІЙ

40058
ЦЕМЕНТНЫХЪ РАСТВОРОВЪ.

СОСТАВИЛЪ

В. П. Васенко.

ИНЖЕНЕРЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

1975

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

1896.

СОДЕРЖАНІЕ.

Глава I.

СТР.

Постановленіе Комиссіи по устройству коммерческихъ портовъ о производствѣ въ Механической Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія изслѣдованій надъ пропорціями цементныхъ растворовъ.—Составныя части цементныхъ растворовъ: цементъ, вода, песокъ, щебень, гравій и пр.; вліяніе песка на крѣпость растворовъ.—С.-Петербургскій рѣчной песокъ; раздѣленіе его по крупностямъ; международный песокъ; элементы песка, подлежащіе изслѣдованію.—Химическій составъ песка.—Крупность песка.—Удѣльный вѣсъ песка.—Водоудержательная способность песка.—Вѣсъ единицы объема песка.—Количество пустотъ въ данномъ объемѣ песка 1—11

Глава II.

Нормальныя пропорціи цементныхъ растворовъ; растворы жирные и тощіе; выходъ цементнаго тѣста; выходъ растворовъ.—Вѣсовыя пропорціи растворовъ, взятые для изслѣдованій; растворы уплотненные и неуплотненные.—Способы приготовленія растворовъ уплотненныхъ и неуплотненныхъ; образцы на разрывъ и на раздробленіе; опредѣленіе выхода для тѣхъ и другихъ растворовъ.—Нормальная вѣсовая пропорція для растворовъ съ Петербургскимъ пескомъ — 1:5; данныя, полученныя ихъ опредѣленія выхода растворовъ 11—21

Глава III.

Сравненіе результатовъ выхода неуплотненныхъ растворовъ съ таблицей II § 357 Урочнаго Положенія; близость тѣхъ и другихъ данныхъ.—Выходъ раствора изъ чистаго цемента 21—24

Глава IV.

стр.

Испытаніе образцовъ, приготовленныхъ изъ уплотненныхъ и неуплотненныхъ цементныхъ растворовъ, на разрывъ и на раздробленіе; графическія таблицы сопротивленій растворовъ 24—28

Глава V.

Выводы.—Программа дальнѣйшихъ изслѣдованій 28—36

Приложенія: Таблицы 1—16

Графическія таблицы:

А, В, С, D, Е и F.



Глава I.

Согласно утвержденному Господиномъ Министромъ Путей Сообщенія 17 октября 1890 года постановленію Комиссіи по устройству коммерческихъ портовъ, Механической Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I предложено было произвести возможно подробное научно-опытное изслѣдованіе наиболѣе цѣлесообразныхъ пропорцій цементныхъ растворовъ и бетоновъ для гидротехническихъ сооруженийъ въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, особенностей матеріаловъ и пр., а равно наиболѣе рациональныхъ способовъ употребленія ихъ въ дѣло.

Вопросъ о необходимости изслѣдованія пропорцій цементныхъ растворовъ и бетоновъ возбужденъ былъ Дѣйств. Стат. Совѣтн. Инженеромъ Зброжекомъ, который въ своей запискѣ, поданной въ Комиссію по устройству коммерческихъ портовъ, полагалъ, что по вѣдомству Министерства Путей Сообщенія не встрѣчается надобности въ замѣнѣ таблицы II § 357 Урочнаго Положенія, опредѣляющей количества составныхъ частей цементныхъ растворовъ въ различныхъ ихъ пропорціяхъ, другой таблицей, принятой въ военно-инженерномъ и морскомъ вѣдомствахъ, но, съ другой стороны, находилъ весьма желательнымъ возможно подробное производство вышеупомянутыхъ изслѣдованій.

Согласно предварительно выработанной программѣ, одобренной Завѣдывающимъ Механической Лабораторіей, профессоромъ Бѣлелюбскимъ, и Дѣйств. Статск. Совѣтн., Инженеромъ Зброжекомъ, работы по производству означенныхъ изслѣдованій начались во второй половинѣ 1891 года, и первая серія таковыхъ, заключающая въ себѣ выработку пріемовъ предполагаемыхъ изслѣдованій и примѣненіе ихъ къ цементнымъ растворамъ съ пескомъ одного мѣсторожденія (Петербургскимъ), закончена была въ 1-й половинѣ 1894 года. Резуль-

таты произведенныхъ изслѣдованій и составляютъ предметъ настоящаго изложенія.

Для рѣшенія предложенной Комиссией по устройству коммерческихъ портовъ задачи представляется необходимымъ:

1) выяснить зависимость качествъ цементныхъ растворовъ и бетоновъ, которыя (качества) требуются для прочности гидротехническихъ сооружений, отъ совокупности физическихъ и химическихъ свойствъ отдѣльныхъ частей, входящихъ въ составъ растворовъ, какъ-то цемента, воды, песка и вообще балласта, отъ пропорцій составныхъ частей растворовъ, отъ способа ихъ обработки и употребленія въ дѣло, и

2) выработать рациональныя начала для назначенія пропорцій составныхъ частей цементныхъ растворовъ и бетоновъ, при условіяхъ наименьшей траты матеріаловъ и наибольшей прочности сооружений.

Имѣя въ виду, что предполагаемая изслѣдованія должны относиться до цементныхъ растворовъ, употребляемыхъ для гидротехническихъ сооружений, гдѣ исключительно примѣняется портландскій цементъ, представлялось возможнымъ исключить изъ предполагаемыхъ изслѣдованій всякія другія вяжущія вещества, какъ напр., романскій цементъ, гидравлическую известь, пуццолановый цементъ и др., и заняться исключительно портландскимъ цементомъ.

Многолѣтними наблюденіями въ Механической Лабораторіи найдено, что портландскіе цементы всѣхъ русскихъ заводовъ и тѣхъ изъ заграничныхъ, которые поступали въ Лабораторію для испытаній, обладаютъ въ совокупности почти тождественными свойствами и при испытаніи даютъ почти одинаковые результаты. Съ другой стороны употребляемая для затворенія вода не можетъ въ значительной степени измѣнить свойства цементнаго раствора въ зависимости отъ своего химическаго состава, какъ это можно усмотрѣть изъ результатовъ испытаній цементныхъ растворовъ, произведенныхъ на русскихъ цементныхъ заводахъ, находящихся въ разныхъ концахъ Россіи и присылающихъ эти результаты въ Механическую Лабораторію.

Самымъ измѣнчивымъ какъ по своимъ физическимъ, такъ и по химическимъ свойствамъ элементомъ въ цементныхъ растворахъ и бетонахъ является примѣшиваемый къ нимъ балластъ: въ растворахъ — песокъ, въ бетонахъ — песокъ, гравій, щебень и т. п. Не касаясь вліянія щебня и гравія на крѣпость бетоновъ, такъ какъ изученіе послѣдняго (вліянія) довольно затруднительно при лабора-

торныхъ опытахъ, въ виду болѣе сложнаго изготовленія бетоновъ, рѣшено было остановиться на изученіи физическихъ и химическихъ свойствъ песка, имѣющаго одинаково важное значеніе, какъ для цементныхъ растворовъ, такъ и для бетоновъ, каковое изученіе должно было предшествовать всякимъ другимъ изслѣдованіямъ, тѣмъ болѣе, что до настоящаго времени сдѣлано вообще немного для выясненія той громадной роли, какую играетъ песокъ въ растворахъ. Химическій составъ песка, его крупность, форма и видъ отдѣльныхъ песчинокъ, способность поглощать своими порами воду, наконецъ количество подмѣсей въ видѣ землистыхъ и органическихъ веществъ,— всѣ эти факторы, взятые въ совокупности или порознь, способны вліять въ ту или другую сторону на прочность цементныхъ растворовъ.

Въ виду столь разнообразныхъ свойствъ песка, подлежащихъ изслѣдованію, рѣшено было сначала заняться какимъ нибудь однимъ пескомъ одного мѣсторожденія и *выяснить вопросъ о вліяніи крупности зеренъ, а равно и другихъ свойствъ песка на цементные растворы*; изученіе же песковъ другихъ мѣсторожденій должно составить вторую серію изслѣдованій.

Такимъ пескомъ былъ избранъ *Петербургскій песокъ*, добываемый со дна рѣки Малой Невки, изъ котораго готовится въ Механической Лабораторіи такъ называемый нормальный песокъ. Песокъ этотъ былъ раздѣленъ на шесть сортовъ: первый сортъ представлялъ песокъ, не раздѣленный по крупностямъ и просѣянный только сквозь сито въ 25 отверстій на 1 кв. см. для удаленія крупныхъ частицъ (камешковъ, сору и пр.); второй сортъ представлялъ песокъ, прошедшій сквозь сито въ 25 отверстій на 1 кв. см. и оставшійся на ситѣ въ 64 отверстія на 1 кв. см., третій—(64—144), четвертый—(144—225), пятый—(225—400) и шестой—(400—900); крупныя части, не прошедшія сквозь сито (25), и мелкія, прошедшія сквозь сито (900), отбрасывались, причемъ на 100 частей по вѣсу Петербургскаго песка приходилось:

18,8%	второго	сорта № 2	. . . . .	( 25— 64)
26,5%	третьяго	„ № 3	. . . . .	( 64—144)
21,8%	четвертаго	„ № 4	. . . . .	(144—225)
16,1%	пятого	„ № 5	. . . . .	(225—400)
3,5%	шестаго	„ № 6	. . . . .	(400—900)
и 13,3%	крупныхъ и мелкихъ частицъ.			

Такая нумерація песковъ будетъ сохранена во всемъ дальнѣйшемъ изложеніи.

Для каждаго сорта въ отдѣльности были опредѣлены слѣдующіе элементы:

- 1) удѣльный вѣсъ,
- 2) вѣсъ единицы объема для мокраго песка, а также для сухаго (въ рыхломъ и плотномъ его состояніи),
- 3) количество пустотъ въ $\%$ отъ занимаемаго пескомъ объема,
- и 4) способность песка поглощать воду.

Такъ какъ въ Лабораторіи имѣется постоянно въ достаточномъ количествѣ такъ называемый международный песокъ, получаемый изъ Пруссіи *) и соотвѣтствующій по крупности № 3 Петербургскому, то онъ былъ включенъ тоже въ число изслѣдуемыхъ песковъ подъ № 7.

При этомъ, желая изслѣдовать исключительно только вліяніе песка на цементные растворы, рѣшено было употреблять во все время изслѣдованій одну воду—невскую, одинъ португальскій цементъ, изготовляемый на одномъ изъ русскихъ заводовъ (удалось произвести всѣ работы съ цементомъ одного и того же изготовленія), и вообще соблюдать полное однообразіе приѣмовъ для того, чтобы можно было получить возможно близкіе къ истинѣ результаты.

По химическому составу Петербургскій песокъ принадлежитъ къ гранитнымъ пескамъ и представляетъ собою продукты разрушенія крупнозернистаго (краснаго) гранита, который состоитъ изъ полеваго шпата, кварца и слюды.

Крупность зеренъ означеннаго песка очень разнообразна, такъ какъ онъ поддается раздѣленію на 5 сортовъ, не принимая во вниманіе еще самыхъ крупныхъ и самыхъ мелкихъ частицъ, составляющихъ всетаки 13,3 $\%$ отъ вѣса природнаго песка. Грани отдѣльныхъ зеренъ, если ихъ разсматривать посредствомъ лупы, представляютъ довольно гладкія поверхности, при совершенномъ почти отсутствіи впадинъ и острыхъ выступовъ; форма отдѣльныхъ песчинокъ вообще ближе всего подходитъ къ шару.

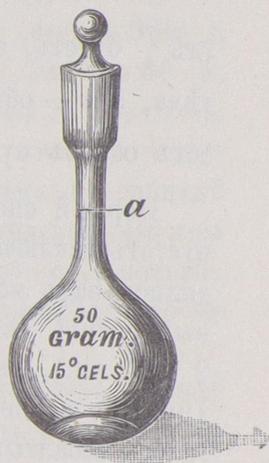
Удѣльный вѣсъ песка опредѣлялся посредствомъ пикнометра—фла-

*) Международный (пруссскій) песокъ добывается изъ карьера у станціи Фрейенвалда желѣзной дороги Штетинъ-Берлинъ и готовится на цементномъ заводѣ «Portland-Stetiner-Cement» просѣвкой сквозь большія сита.

кончика (черт. 1) емкостью до черты *a* на горлышкѣ въ 50 куб. см. Для опредѣленія удѣльнаго вѣса флакончикъ наполнялся дистиллированной водою до черты *a* и точно взвѣшивался на химическихъ вѣсахъ; пусть вѣсъ его съ водою равенъ *P* гр. Затѣмъ вода выливалась, флакончикъ наполнялся опредѣленною навѣскою песку *m* = 20 гр., доливался водою до черты *a* и опять взвѣшивался; пусть новый вѣсъ оказался *P'* гр.; тогда вѣсъ объема вытѣсненной пескомъ воды будетъ: $W = m + P - P'$, и удѣльный вѣсъ будетъ равенъ: $\Delta = \frac{m}{W}$, т. е. вѣсу песка, дѣленному на вѣсъ вытѣсненной пескомъ воды. Въ данномъ случаѣ можно было примѣнить воду, потому что Петербургскій песокъ не растворяется въ водѣ; для другихъ же песковъ, растворимыхъ въ водѣ, пришлось бы взять другую жидкость.

Кромѣ того, при этихъ опредѣленіяхъ не принята была во вниманіе поправка на температуру; но, съ другой стороны, было провѣрено, что вѣсъ 50 куб. см. воды, налитыхъ во флакончикъ до черты *a*, равнялся 50 гр. (съ точностью до дециграммовъ), т. е. что вліяніе температуры не сказывалось на столь незначительномъ объемѣ воды; между тѣмъ получаемая точность результатовъ вполне оказалась достаточною для производимыхъ изслѣдованій. Удѣльный вѣсъ опредѣлялся по два раза для каждого изъ 5 сортовъ песка, шесть разъ для песка, просѣянаго только сквозь сито въ 25 отверстій на 1 кв. см., и четыре раза для того же песка, промытаго водою; кромѣ того, опредѣленъ былъ удѣльный вѣсъ для песка международнаго. Результаты произведенныхъ опредѣленій приведены въ таблицѣ № I, изъ которой усматривается, что въ среднемъ *удѣльный вѣсъ* для Петербургскаго песка можно считать равнымъ $\Delta = 2,636$ и для международнаго $\Delta = 2,640$, что близко къ удѣльному вѣсу кварца (2,65).

Для опредѣленія *вѣса единицы объема* песка, а также *количества пустотъ* въ % отъ занимаемаго имъ объема было испробовано много различныхъ способовъ, чтобы получить возможно точныя дан-



Черт. 1.

ныя для этихъ двухъ важныхъ элементовъ песка. Опредѣленія велись надъ песками разной крупности, надъ общою смѣсью песковъ (№ 1) и надъ смѣсью песковъ отдѣльныхъ крупностей по два.

Количество пустотъ опредѣлялось слѣдующимъ образомъ: если намъ извѣстно, что данный объемъ песка v куб. см. вѣситъ p гр., и удѣльный вѣсъ его Δ , то количество пустотъ въ $\%$ отъ занимаемаго пескомъ объема можетъ быть опредѣлено по слѣдующей формулѣ:

$$C\% = \frac{v - \frac{p}{\Delta}}{v} \times 100,$$

гдѣ $\frac{p}{\Delta}$ будетъ, собственно говоря, объемъ песчинокъ, какъ твердаго тѣла, а v — объемъ песчинокъ съ пустотами, такъ что $v - \frac{p}{\Delta}$ будетъ объемъ пустотъ.

Первый способъ опредѣленія вѣса единицы объема и количества пустотъ заключается въ слѣдующемъ, причѣмъ наблюденія производились надъ мокрымъ пескомъ. Песокъ насыпался въ градуированный сосудъ (высотой 30 см., діаметромъ 4,5 см. съ дѣленіями въ 2 куб. см.), наполненный водой до извѣстной черты, въ количествѣ 100 гр., и, послѣ удаленія изъ него пузырьковъ воздуха (что достигалось взбалтываніемъ и пролизываніемъ песка проволокой) и полного обсыданія отдѣльныхъ плавающихъ въ водѣ песчинокъ, дѣлался отчетъ занимаемаго пескомъ объема и объема вытѣсненной воды. Такимъ образомъ, казалось бы, что объемъ пустотъ можно получить просто, вычитая изъ объема, занимаемаго пескомъ, объемъ вытѣсненной воды. Съ другой стороны, объемъ пустотъ можетъ быть опредѣленъ по вышеприведенной формулѣ, гдѣ v — объемъ занимаемый пескомъ, p — навѣска песка, Δ — удѣльный вѣсъ — величина извѣстная. При этомъ оказывается, что количество пустотъ, опредѣляемое по этому послѣднему способу, всегда нѣсколько меньше, чѣмъ по первому, т. е., другими словами, объемъ вытѣсненной воды въ первомъ случаѣ меньше объема массы песчинокъ безъ пустотъ $\frac{p}{\Delta}$, или часть воды въ первомъ случаѣ поглощается порами песка. Изъ этого слѣдуетъ, что опредѣленіе количества пустотъ въ песокъ по вытѣсненному объему воды нельзя считать точнымъ, особенно для песковъ съ большою

водоудержательную способностью; но, съ другой стороны, зная количество пустотъ, опредѣленное по формулѣ $C = \frac{v - \frac{p}{\Delta}}{v}$, а также по объему вытѣсненной воды, мы можемъ узнать водоудержательную способность песка, которая получается какъ разность между количествами пустотъ, опредѣленными по первому способу и по второму. Вѣсь единицы объема песка получится, если раздѣлить навѣску песка 100 гр. на занимаемый имъ въ водѣ объемъ. Въ таблицѣ № II приведены результаты наблюдений, произведенныхъ надъ мокрымъ пескомъ слѣдующихъ сортовъ: надъ общей смѣсью № 1 (—25), надъ пятью сортами песковъ одинаковой крупности: № 2 (25—64), № 3 (64—144), № 4 (144—225), № 5 (225—400) и № 6 (400—900) и надъ песками двоякой крупности: № 2 + № 6, № 2 + № 5, № 2 + № 4, № 2 + № 3, № 3 + № 6, № 3 + № 5, № 3 + № 4, № 4 + № 6, № 4 + № 5 и № 5 + № 6. Для каждого сорта произведено было по нѣскольку опредѣлений, причемъ въ таблицѣ приведены среднія величины изъ нѣсколькихъ опредѣлений. Въ этой таблицѣ помѣщены: объемъ вытѣсненной воды въ куб. см., объемъ, занимаемый пескомъ въ водѣ, количество пустотъ, опредѣленное по формулѣ $C = \frac{v - \frac{p}{\Delta}}{v}$ и какъ разность между объемомъ песка въ водѣ и объемомъ вытѣсненной воды, вѣсь куб. сантиметра песка и вѣсь кубического фута.

Второй способъ опредѣленія вѣса единицы объема и количества пустотъ—вполнѣ аналогиченъ съ первымъ, только опредѣленія производились надъ сухимъ пескомъ и въ двоякомъ его состоянїи, рыхломъ и уплотненномъ, причемъ для рыхлаго песка объемъ отсчитывался тотчасъ же послѣ всыпанія въ сосудъ, а для уплотненнаго— послѣ продолжительнаго постукиванія (около 5 минутъ) сосуда о мягкую поверхность (войлокъ или сложенное нѣсколько разъ полотенце). По этому способу также были опредѣлены вѣсь единицы объема и количество пустотъ для разныхъ песковъ.

Въ таблицѣ № III показаны для рыхлаго и уплотненнаго песка разныхъ крупностей занимаемый пескомъ объемъ, вѣсь куб. см. и кубического фута песка и количество пустотъ въ ‰ отъ занимаемаго пескомъ объема.

Третій способъ опредѣленія вѣса единицы объема и количества

пустотъ въ песокѣ, практикуемый въ настоящее время въ Лабораторіи, заключался въ опредѣленіи вѣса литра песка. Для опредѣленія вѣса литра рыхлаго песка послѣдній насыщался въ литръ большой струей изъ ящика, или же насыщался по наклонной плоскости, расположенной подъ угломъ въ 45° къ горизонту; лишній песокъ съ литра снимался осторожно линейкой, а оставшійся въ литрѣ взвѣшивался; для полученія вѣса уплотненнаго песка производилось постукиваніе деревяннымъ молоткомъ о поверхность литра впродолженіи около пяти минутъ. Опредѣленія велись надъ смѣсью песковъ (№ 1), надъ одиночными песками №№ 2, 3, 4, 5 и 6 и надъ песками двойной крупности (№ 2 + № 6), (№ 2 + № 5) и (№ 2 + № 4), (№ 2 + № 3). Въ таблицѣ № IV приведены для этихъ песковъ при трехъ способахъ насыпанія ихъ: большой струей изъ ящика, по наклонной плоскости и съ уплотненіемъ насыпаемаго песка, слѣдующія данныя: вѣсъ литра или 1.000 куб. см. въ килограммахъ и вѣсъ кубическаго фута въ пудахъ, объемъ одного килограмма песка и количество пустотъ въ $\%$ отъ занимаемаго пескомъ объема.

Наконецъ четвертый способъ опредѣленія вѣса единицы объема и количества пустотъ заключался во взвѣшиваніи $\frac{1}{8}$ куб. фута песка какъ въ рыхломъ, такъ и уплотненномъ состояніи. Этотъ способъ далъ наиболѣе вѣроятные результаты, такъ какъ при довольно значительномъ объемѣ взвѣшиваемаго песка вѣроятность ошибки значительно уменьшалась; притомъ рыхлый песокъ насыпался въ ящикъ лопатой, какъ это обыкновенно бываетъ на практикѣ, а уплотненіе песка достигалось продолжительнымъ постукиваніемъ деревянной колотушкой о края ящика и встряхиваніемъ самого ящика. По этому способу были произведены опредѣленія только надъ песками одиночной крупности, съ общей смѣсью (№ 1) и съ пескомъ международнымъ № 7 крупности (64—144). Таблица № V даетъ для рыхлаго и уплотненнаго песка: вѣсъ $\frac{1}{8}$ куб. фута песка въ килогр., 1 куб. фута въ килогр., 1 куб. метра въ килогр., 1 куб. фута въ фунтахъ, 1 куб. фута въ пудахъ, объемъ, занимаемый 100 килогр. песка въ куб. метр. и количество пустотъ въ $\%$ отъ занимаемаго пескомъ объема.

Количество пустотъ во всѣхъ четырехъ случаяхъ опредѣлялось по формулѣ $C\% = \frac{v - \frac{p}{\Delta}}{v} \times 100$ и лишь въ первомъ случаѣ оно найдено было также по вытѣсненному пескомъ объему воды.

Обращаясь затѣмъ къ таблицамъ №№ II, III, IV и V, слѣдуетъ замѣтить, что болѣе достовѣрныя данныя можно получить изъ таблицы № V, а первыми тремя таблицами слѣдуетъ пользоваться лишь по отношенію къ пескамъ двоякой крупности, съ которыми не были произведены опредѣленія по четвертому способу, и затѣмъ по отношенію къ мокрому песку и водоудержательной его способности.

И такъ *относительно вѣса единицы объема* можно вывести, на основаніи произведенныхъ наблюденій, слѣдующія заключенія:

1) вѣсъ каждаго даннаго сорта рыхлаго песка на 12 — 14% легче вѣса того же сорта уплотненнаго песка;

2) самымъ тяжелымъ пескомъ, какъ въ рыхломъ, такъ и уплотненномъ состояніи слѣдуетъ считать смѣсь самаго крупнаго песка съ самымъ мелкимъ (№ 2 + № 6), затѣмъ общую смѣсь песковъ (№ 1); вообще смѣси разныхъ сортовъ песковъ всегда тяжелѣе песковъ одиночной крупности;

3) вѣсъ песковъ одиночной крупности №№ 2—6, какъ рыхлыхъ, такъ и уплотненныхъ, съ уменьшеніемъ крупности песка, увеличивается, такъ что разница для крайнихъ песковъ (№ 2 и № 6)—уплотненныхъ—доходить до 4%;

4) разница между вѣсомъ мокраго песка (2-й способъ опредѣленія) и вѣсомъ уплотненнаго (4-й способъ опредѣленія), при одинаковомъ занимаемомъ имъ объемѣ, не превосходитъ 4%, и такая разница понятна и вполне возможна, потому что, при опредѣленіи мокрымъ путемъ, вѣсъ всыпаемаго въ воду песка былъ весьма невеликъ (100 гр.), поэтому возможность ошибки въ ту или другую сторону значительно увеличивалась; независимо сего уменьшеніе вѣса единицы объема для мокраго песка противъ уплотненнаго объясняется еще и тѣмъ обстоятельствомъ, что, при насыпаніи песка въ воду, увлекаются вмѣстѣ съ нимъ пузырьки воздуха, которые затѣмъ трудно удалить, не взирая на тщательное перемѣшиваніе и взбалтываніе;—эти-то пузырьки и увеличиваютъ объемъ песка, уменьшая такимъ образомъ его вѣсъ;

5) сравненіе двухъ этихъ способовъ опредѣленія вѣса единицы объема даетъ намъ очень цѣнное указаніе, а именно мы убѣждаемся, что *вѣсъ единицы объема уплотненнаго (по четвертому способу) песка очень близко подходитъ къ вѣсу такой же единицы объема мокраго песка, т. е. такого песка, какимъ онъ является въ растворахъ.*

Относительно количества пустотъ въ % отъ занимаемаго пескомъ объема можно сдѣлать слѣдующія заключенія:

1) количество пустотъ въ пескахъ уплотненныхъ вообще меньше, чѣмъ количество пустотъ въ пескахъ неуплотненныхъ (на 20⁰/₀);

2) для разныхъ крупностейъ песковъ, какъ уплотненныхъ, такъ и неуплотненныхъ, количество пустотъ почти одинаково; вѣроятно даже, что (на основаніи наблюденій по 4-му способу) количество пустотъ, съ уменьшеніемъ крупности песка, уменьшается (сообразно съ этимъ вѣсъ увеличивается); наименьшее количество пустотъ получается если смѣшать самый крупный песокъ (№ 2) съ самымъ мелкимъ (№ 6), и нѣсколько большее въ общей смѣси песковъ (№ 1), такъ что разница въ количествѣ пустотъ въ пескѣ (№ 2 + № 6) или въ пескѣ № 1 и въ какомъ нибудь пескѣ опредѣленной (однородной) крупности доходить до 7—8⁰/₀.

Водоудержательная способность песка можетъ быть опредѣлена, какъ сказано выше, вычитаніемъ изъ объема массы песчинокъ $\frac{p}{\Delta}$ объема вытѣсненной воды; другими словами это есть разность между количествомъ пустотъ, опредѣленныхъ по вытѣсненному объему воды, и количествомъ пустотъ, опредѣленныхъ по формулѣ $C = \frac{v - \frac{p}{\Delta}}{v}$; при этомъ оказывается, что эта способность удерживать своими порами воду для разныхъ сортовъ Петербургскаго песка не превосходитъ 1⁰/₀ отъ занимаемаго пескомъ объема.

Международный песокъ по отношенію къ вѣсу единицы объема и количеству пустотъ ближе всего подходитъ къ песку № 3 Петербургскому.

Такимъ образомъ на основаніи добытыхъ изслѣдованій будемъ въ дальнѣйшемъ принимать, что *всѣз 1 куб. фута* (въ пудахъ) для песковъ №№ 1 — 7 въ рыхломъ и уплотненномъ состояніи выражается слѣдующими цифрами:

№№ песковъ.	Песокъ уплотненный.	Песокъ неуплотненный.
№ 1—(смѣсь)	3.134	2.750
№ 2—(25—64)	2.802	2.481
№ 3—(64—144)	2.873	2.476 (?)
№ 4—(144—225)	2.912	2.491
№ 5—(225—400)	2.920	2.510
№ 6—(400—900)	2.927	2.528
№ 7—(64—144) (международный).	2.886	2.471

Сообразно съ этимъ количество пустотъ въ ‰ отъ занимаемаго пескомъ объема выражается для тѣхъ же сортовъ песка слѣдующимъ образомъ:

№№ песковъ.	Песокъ уплотненный.	Песокъ неуплотненный.
№ 1—(смѣсь)	31,25	39,75
№ 2—(25—64)	38,50	45,50
№ 3—(64—144)	37,00	45,50
№ 4—(144—225)	36,25	45,50
№ 5—(225—400)	36,00	45,00
№ 6—(400—900)	35,75	44,50
№ 7—(64—144) (международный).	36,75	45,75

Глава II.

Переходя затѣмъ къ вопросу о соединеніи песка съ цементомъ для образованія при помощи воды гидравлическаго раствора, необходимо замѣтить, что тотъ растворъ слѣдуетъ назвать *нормально* составленнымъ, въ которомъ цементнаго порошка по вѣсу взято столько, что всѣ пустоты въ данномъ объемѣ песка заполнены цементнымъ тѣстомъ, т. е. если мы возьмемъ (по вѣсу) какую нибудь объемную единицу песка, напр. 1 куб. саж., и смѣшаемъ съ извѣстнымъ количествомъ (по вѣсу) цемента и воды, то растворъ у насъ будетъ составленъ нормально тогда, когда объемъ его будетъ равенъ 1 куб. саж.; растворы съ бѣльшимъ содержаніемъ цементнаго порошка (по вѣсу) будутъ называться *жирными*, а съ меньшимъ содержаніемъ—*тощими*.

Вопросъ объ отысканіи *нормальныхъ пропорцій* цементныхъ растворовъ, при условіи заполнения цементнымъ тѣстомъ всѣхъ пустотъ въ пескѣ, для 6 сортовъ Петербургскаго песка и для международного (прусскаго) составилъ *вторую группу изслѣдованій*, произведенныхъ въ Механической Лабораторіи.

Для рѣшенія этого вопроса слѣдовало предварительно опредѣ-

лить объемное количество цементнаго тѣста, необходимое и достаточное для заполнения всѣхъ пустотъ въ данномъ объемѣ песка, что можно было сдѣлать на основаніи слѣдующихъ соображеній. Если мы знаемъ, что вѣсовое количество цементнаго порошка, напр. 100 кгр., даетъ объемъ цементнаго тѣста B куб. метр., а 100 кгр. песка занимають объемъ— b куб. метр., причеъ количество пустотъ въ пескѣ $= C\%$ отъ его объема, то, взявши A кгр. песка, получимъ его объемъ— $\frac{Ab}{100}$, объемъ пустотъ въ немъ— $\frac{Abc}{100 \times 100}$, и соответственное вѣсовое количество цемента, нужное для заполнения этихъ пустотъ, будетъ:

$$x = \frac{Abc}{100 \times 100} \times \frac{100}{B} = \frac{Abc}{100B} \text{ кгр.}$$

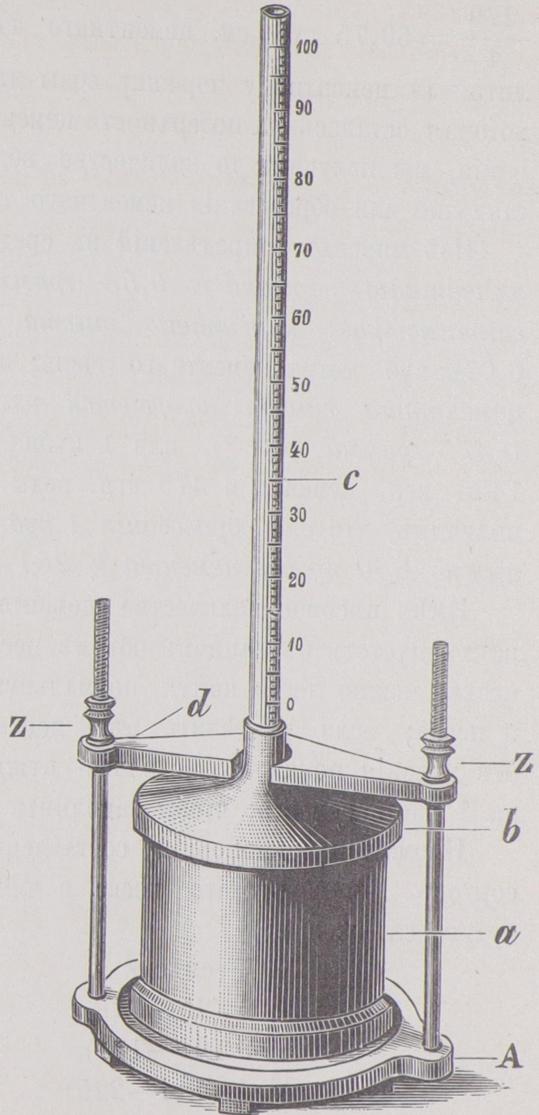
Объемъ B или такъ называемый *выходъ тѣста* опредѣлялся на приборѣ Михаэлиса слѣдующимъ образомъ.

Бралась опредѣленная навѣска цементнаго порошка въ 400 грм. Затѣмъ въ мѣдный сосудъ a (черт. 2) наливалась вода приблизительно въ половинномъ объемѣ отъ того количества, какое нужно для обращенія взятаго цементнаго порошка въ густое тѣсто. Къ этой водѣ прибавлялся постепенно цементный порошокъ, причеъ легкимъ постукиваніемъ сосуда о мягкую поверхность достигалось полное соединеніе цемента съ водой и образованіе цементнаго тѣста; независимо сего такое постукиваніе служило для удаленія пузырьковъ воздуха изъ цементнаго тѣста. Далѣе приливалась остальная вода, прибавлялся постепенно цементный порошокъ и обращался постояннымъ постукиваніемъ въ цементное тѣсто. Воды бралось всегда нѣсколько больше того, сколько ея нужно для отвердѣвннн цемента, и объемъ воды точно замѣчался по градуированной трубкѣ съ крапомъ на концѣ ея, изъ которой и наливалась вода въ сосудъ. Полученное такимъ образомъ въ сосудѣ цементное тѣсто закрывалось мѣдной крышкой b , плотно прилегающей къ стѣнкамъ сосуда. Посрединѣ крышки пмѣется стеклянная градуированная трубка c , причеъ объемъ сосуда до нулеваго дѣленія на трубкѣ $= 406$ куб. см.

Для болѣе плотнаго соприкасанія крышки съ сосудомъ въ приборѣ Михаэлиса пмѣется еще чугунная оправка A , въ которую вставляется сосудъ съ крышкой, причеъ при завинчиваніи винтовъ zz

перекладинка *d* нажимаетъ на крышку *b* и заставляеть ее плотно прилегать къ стѣнкамъ сосуда *a*. Въ такомъ состояніи сосудъ остав- лялся на 24 часа въ покоѣ, причемъ верхній конецъ сте- клянной трубки закрывался пробкой для воспрепятствова- нія испаренію воды. По исте- ченіи этого срока сосудъ осво- бождался отъ оправы, снима- лась крышка, и осторожно сливалась та вода, которая оказалась излишней для отвер- дѣнія цементнаго тѣста *), причемъ объемъ ея точно из- мѣрялся. Затѣмъ сосудъ опять закрывался крышкой, встав- лялся въ оправу, и изъ гра- дуированной трубки наливал- ся въ него черезъ верхъ сте- клянной трубки *c* опредѣлен- ный объемъ воды съ такимъ расчетомъ, чтобы уровень вли- той воды поднялся въ трубкѣ на нѣсколько дѣлений выше нуля, причемъ число дѣлений замѣчалось.

Такимъ образомъ у насъ извѣстно: объемъ сосуда до нулеваго дѣленія — 406 куб. см.; объемъ прилитой воды отъ нуля и до замѣченной черты, напр. 33 куб. см.; объемъ всей прилитой воды, напр. 160 куб. см. и неизвѣстное *x* — объемъ цементнаго тѣста; тогда мы можемъ сказать, что неизвѣстный объемъ цементнаго тѣста + вся



Черт. 2.

*) Излишекъ воды необходимо всегда брать, чтобы быть увѣреннымъ, что воды взято достаточное для раствора количество.

прилитая вода = объему сосуда до нуля + прилитая вода от нуля и до замѣченнаго дѣленія, т. е. $x + 160 = 406 + 33$; откуда объемъ цементнаго тѣста $x = 279$ куб. см., или 100 гр. цемента дають $\frac{279}{4} = 69,75$ куб. см. цементнаго тѣста. Вычитая изъ всей при- литой въ цементному порошку воды для образованія тѣста ту воду, которая осталась на поверхности цементнаго тѣста послѣ его отвердѣ- ванія, мы получимъ то количество воды, которое необходимо и до- статочно для образованія цементнаго тѣста.

Изъ многихъ опредѣленій въ среднемъ найдено, что 1 граммъ цементнаго порошка съ 0,33 граммами воды *) дають 0,7 куб. сантиметровъ цементнаго тѣста, или 100 гр. воды дають 0,0070 куб. метра цементнаго тѣста; и обратно 1 куб. сантиметръ цементнаго тѣста получается изъ 1,425 грамма цемента и 0,475 грамма воды **), или 1 кубич. метръ тѣста получается изъ 1425 кгр. цемента и 475 кгр. воды. Переводя на русскія мѣры, получимъ, что для образованія 1 куб. сажени цементнаго тѣста нужно 850 пудовъ цемента и 281 пудъ (9,4 бочки) воды.

Или въ вѣсовое количество цемента, необходимое для выполненія вѣсъ пустотъ въ данномъ объемѣ песка, и зная вѣсъ этого объема песка, можно легко найти нормальную вѣсовую пропорцію цемента и песка; если раздѣлить вѣсъ песка на вѣсъ цемента, то частное отъ дѣленія покажетъ, сколько нужно взять по вѣсу частей песка на 1 часть цемента, чтобы заполнить въ первомъ всѣ пустоты.

Нормальныя пропорціи, составленныя такимъ образомъ для шести сортовъ Петербургскаго песка и для международнаго (прусскаго), будутъ слѣдующія:

№ 1 (смѣсь)	1:4.00
№ 2 (25—64)	1:2.94
№ 3 (64—144)	1:3.16
№ 4 (144—225)	1:3.28
№ 5 (225—400)	1:3.29
№ 6 (400—900)	1:3.32
№ 7 (междунар.)	1:3.23.

*) 0,33 гр. воды—это то количество воды, которое растворъ кристалъ при отвердѣваніи.

**) при такъ называемой нормальной консистенціи, опредѣляемой посредствомъ лѣтисъ Вика, (воды около 26%) для образованія 1 куб. см. цементнаго тѣста требуется 22 гр. цемента.

На самомъ же дѣлѣ дальнѣйшія изслѣдованія показали, что при найденныхъ пропорціяхъ растворы получаютъ объемы бѣльшіе, чѣмъ объемы употребляемаго на нихъ песка, т. е. какъ бы содержатъ въ себѣ гораздо больше цемента, чѣмъ это нужно для заполнения въ песокѣ пустотъ. Причина этого явленія кроется въ томъ, что цементное тѣсто, облѣпляя отдѣльныя песчинки, дѣлаетъ невозможнымъ то плотное соприкосновеніе между ними, которое имѣло мѣсто при отсутствіи цементнаго тѣста. Для того, чтобы такое разъединеніе частицъ песка, а слѣдовательно и увеличеніе объема его не происходило, или вводимое въ песокъ цементное тѣсто должно имѣть консистенцію воды, что очевидно невозможно, или количество вводимаго цементнаго тѣста должно быть меньше теоретическаго объема пустотъ въ песокѣ, соответствующаго совершенно плотному соприкасанію песчинокъ. При этомъ консистенція цементнаго тѣста въ соединеніи съ пескомъ значительно слабѣе, чѣмъ консистенція чистаго цементнаго раствора (напр. для пропорцій 1:1 количество воды въ $\%$ отъ вѣса цемента равно 67,5 $\%$, а для чистаго цемента — 33 $\%$).

Такъ напр. было найдено, что для песка № 1, взятаго въ пропорціи 1:4, изъ 100 гр. цемента + 400 гр. песка + 68 гр. воды (13,5 $\%$ отъ вѣса сухой смѣси) получается выходъ раствора на приборѣ Михаэлиса въ 252 куб. см., или для образованія 1 куб. саж. раствора надо 235 пудовъ цемента, 159 пуд. = 5,29 бочекъ воды и 942 пуд. = 0,876 куб. саж. песка (вѣсь куб. саж. песка № 1 = 1075 пуд.), т. е. оказалось, что цементнаго тѣста взято больше, чѣмъ это необходимо для заполнения пустотъ въ песокѣ.

Такъ какъ увеличеніе объема раствора противъ объема употребленнаго песка очевидно зависитъ отъ консистенціи цементнаго тѣста, то, чтобы избѣгнуть неопредѣленности, надо было для отысканія нормальныхъ пропорцій цементныхъ растворовъ перемѣнить методъ изслѣдованій и, принявъ условно, что *нормальнымъ растворомъ долженъ называться такой, объемъ коего, при наибольшемъ возможномъ содержаніи цемента, равенъ объему взятаго песка*, опредѣлить непосредственно для разныхъ вѣсовыхъ пропорцій цементныхъ растворовъ такъ называемый *выходъ раствора*, т. е. опредѣлить, какой объемъ, а также и вѣсь цементнаго раствора получается изъ данныхъ вѣсовыхъ количествъ цемента, песка и воды.

Вѣсовыя пропорціи цементныхъ растворовъ были взяты: 1:1,

1:2, 1:3, 1:4 и 1:5. Растворы были изслѣдованы двухъ родовъ: *уплотненные*, какіе употребляются обыкновенно для бетоновъ, и *неуплотненные*, которые примѣняются для каменной кладки.

Плотность растворовъ перваго рода обусловлена была опредѣленной механической работой и въ зависимости отъ послѣдней получаемымъ количествомъ воды, а для растворовъ втораго рода — такимъ количествомъ воды, каковое растворъ можетъ принять при отвердѣваніи.

Какъ тѣ, такъ и другіе растворы, взятые въ вышеупомянутыхъ пропорціяхъ, были приготовлены въ видѣ образцовъ на разрывъ и кубиковъ на раздробленіе для механическаго испытанія ихъ крѣпости.

Независимо сего были приготовлены также для сравненія сопротивленія механическимъ усиліямъ на разрывъ и раздробленіе образцы и кубики изъ чистаго цементнаго раствора безъ песка съ такимъ количествомъ воды, какое требуется для полученія нормальной консистенціи раствора (игла Вика).

Способъ приготовленія растворовъ былъ слѣдующій.

Для *уплотненныхъ* растворовъ.

Кубики на раздробленіе готовились механически на копрѣ Клебе, причемъ каждый кубикъ уплотнялся посредствомъ 50 ударовъ бабы вѣсомъ 3 кгр., при высотѣ паденія 0,5 метр. Получается механическая работа $= 50 \times 0,5 \times 3 = 75$ кгрмт., что приблизительно даетъ 0,1 кгрмт. на 1 гр. сухой смѣси цемента и песка. Эта работа представляетъ собой наименьшую работу, употребляемую какъ въ нашей, такъ и заграничныхъ лабораторіяхъ для приготовленія уплотненныхъ растворовъ; тѣмъ не менѣе она, по всей вѣроятности, достаточна для того, чтобы получить растворъ той плотности, какая имѣется обыкновенно на практикѣ.

Образцы на разрывъ готовились ручнымъ трамбованіемъ при томъ же или нѣсколько бѣльшемъ (на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}\%$) количествѣ воды, какъ и для кубиковъ. Воды приходилось брать иногда больше, чѣмъ для кубиковъ, потому что въ противномъ случаѣ получалась масса довольно суховатая и неудобная для обработки.

Какъ образцы, такъ и кубики вынимались изъ формъ тотчасъ послѣ ихъ изготовленія, затѣмъ оставались для отвердѣнія во влажномъ пространствѣ въ продолженіи сутокъ и наконецъ погружались въ воду, гдѣ и оставались до испытанія.

Для *неуплотненныхъ* растворовъ.

Отвѣшенные въ извѣстной пропорціи цементъ и песокъ перемѣшивались насухо, затѣмъ къ сухой смѣси, при постоянномъ ея перемѣшиваніи, прибавлялась вода до тѣхъ поръ, пока растворъ не получалъ вида жидкой каши (состояніе раствора удобное для производства кладки). Послѣ этого растворъ накладывался въ формы; попавшіе во внутрь раствора пузырьки воздуха удалялись легкимъ постукиваніемъ доски, на которой уложены были формы, о столъ, а излишекъ раствора снимался ножомъ. Въ формахъ растворъ оставался до отвердѣнія (для растворовъ 1:1, 1:2 и 1:3—сутки, а для растворовъ 1:4 и 1:5—двое сутокъ), причемъ формы помѣщались во влажномъ пространствѣ для воспрепятствованія высыханію раствора. Наконецъ отвердѣвшіе образцы и кубики вынимались изъ формъ и погружались въ воду, гдѣ и содержались до испытанія.

Каждый приготовленный образецъ, предварительно погруженія въ воду, взвѣшивался, для уплотненныхъ растворовъ — тотчасъ послѣ приготовленія, а для неуплотненныхъ — послѣ вынутія изъ формъ. Такимъ образомъ имѣлись всѣ данныя для опредѣленія выхода раствора, а именно: вѣсовые количества цемента, песка и воды, взятая для составленія раствора, а также объемъ и вѣсъ получаемого цементнаго раствора (объемъ цементнаго кубика предварительно былъ опредѣленъ съ точностью и въ среднемъ оказался равнымъ 343 куб. см.).

Для примѣра опредѣлимъ объемъ получаемого уплотненнаго раствора изъ песка № 1 и цемента, взятыхъ въ пропорціи 1:1. Для полученія кубика взято цемента и песка по 390 гр., т. е. 780 гр. и 86 гр. (11% отъ 780 гр.) — воды, — всего $780 + 86 = 866$ гр.; вѣсъ кубика получился 810 гр. По тремъ извѣстнымъ величинамъ: вѣсу взятой смѣси—866 гр., вѣсу кубика—810 гр. и вѣсу воды—86 гр. найдемъ четвертую, т. е. вѣсъ находящейся въ кубикѣ воды, а именно изъ пропорціи $x:86 = 810:866$, получимъ $x = 80$ гр., т. е. въ приготовленномъ кубикѣ находится 80 гр. воды; вѣсъ цемента и песка въ кубикѣ будетъ $810 - 80 = 730$ гр., а принимая во вниманіе, что цементъ и песокъ взяты въ пропорціи 1:1, вѣсовые количества цемента, песка и воды въ приготовленномъ кубикѣ будутъ: $365 + 365 + 80 = 810$ гр. Объемъ кубика равенъ, какъ сказано выше, 343 куб. см., и на составленіе его потребовалось $365 + 365 = 730$ гр. сухой смѣси цемента и песка. Отсюда можно узнать, сколько потребуется сухой смѣси на составленіе 1 куб. см.

раствора, а именно это количество будетъ: $\frac{730}{343} = 2,128$ гр. Простымъ переходомъ отъ метрическихъ мѣръ къ русскимъ найдемъ, что для составленія 1 куб. саж. уплотненнаго раствора въ пропорціи 1:1 изъ цемента и песка № 1 надо 631 пуд. цемента, столько же песка, а воды 139 пуд. (11% отъ 631+631=1262 пуд.). Зная же вѣсъ 1 куб. саж. песка № 1, найдемъ и объемное количество песка, необходимое для составленія означенной куб. сажени раствора.

Такой способъ опредѣленія выхода раствора былъ примѣненъ для уплотненныхъ растворовъ; для неуплотненныхъ же пришлось прибѣгнуть къ другому способу, такъ какъ при изготовленіи неуплотненныхъ растворовъ, особенно въ пропорціяхъ 1:4 и 1:5, надо было брать для образованія употребляемаго на практикѣ (жидковатаго) раствора гораздо больше воды, чѣмъ растворъ могъ въ себя принять, а слѣдовательно являлось затрудненіе въ опредѣленіи того количества воды, которое растворъ дѣйствительно принимаетъ въ себя при отвердѣваніи. Выходъ раствора въ этомъ случаѣ опредѣлялся на приборѣ Михаэлиса.

Для этого брались напр. 200 гр. цемента и 200 гр. песка и перемѣшивались насухо; къ этой смѣси, подобно тому, какъ при опредѣленіи выхода тѣста изъ чистаго цементнаго раствора, приливалось достаточное количество воды для полученія жидковатаго тѣста; затѣмъ полученный растворъ оставлялся въ приборѣ до отвердѣнія на 24 часа; послѣ этого находящаяся на поверхности раствора вода сливалась, и опредѣлялся объемъ и вѣсъ образовавшагося цементнаго раствора; излишекъ воды на поверхности отвердѣвшаго раствора доказывалъ, что воды взято достаточное количество. Зная такимъ образомъ вѣсовые количества взятыхъ составныхъ частей сухой смѣси и воды и зная объемъ и вѣсъ получившагося раствора, можно, на основаніи предъидущихъ соображеній, опредѣлить вѣсовые количества цемента, песка и воды, а для песка и воды и объемныя, необходимыя для образованія 1 куб. саж. раствора.

Результаты произведенныхъ изслѣдованій относительно выхода уплотненныхъ и неуплотненныхъ растворовъ для отысканія нормальныхъ пропорцій ихъ приведены въ таблицѣ № VI, въ которой помѣщены слѣдующія данныя для каждой изъ пяти пропорцій: сорта песка, удѣльный вѣсъ его, вѣсъ куб. сажени, содержаніе пустотъ

въ % отъ занимаемаго объема; затѣмъ для растворовъ уплотненныхъ и неуплотненныхъ: на 1000 пуд. песка — количество цемента въ пудахъ, воды—въ пудахъ и бочкахъ, выходъ раствора—въ пудахъ и куб. саж.; на 1 куб. саж. песка—тѣ же данныя и на 1 куб. саж. раствора—количество цемента въ пудахъ, песка — въ пудахъ и куб. саж. и воды въ % отъ вѣса сухой смѣси, въ пудахъ и бочкахъ.

Изъ этой таблицы можно усмотрѣть, что *вѣсовая пропорція 1:5 для растворовъ уплотненныхъ и неуплотненныхъ ближе всего подходитъ къ нормальной*, такъ какъ объемное количество (въ куб. саж.) песка, потребное для образования 1 куб. саж. раствора, выражается послѣдовательно для разныхъ песковъ слѣдующими числами, близкими къ единицѣ:

№№ песковъ.	Растворъ уплотненный.	Растворъ неуплотненный.
№ 1—(смѣсь).	0,945	0,901
№ 2—(25—64)	1,011 (?)	1,008 (?)
№ 3—(64—144)	0,967	0,960
№ 4—(144—225)	0,947	0,940
№ 5—(225—400)	0,941	0,928
№ 6—(400—900)	0,923	0,921
№ 7—(международн.).	0,963	0,968

При этомъ для песковъ, кромѣ № 1 (смѣси всѣхъ сортовъ), количество потребнаго цемента находится въ зависимости отъ крупности песка и количества содержащихся въ немъ пустотъ, а именно: чѣмъ мельче песокъ, тѣмъ меньше въ немъ пустотъ, и тѣмъ меньше надобно для заполнения сихъ пустотъ цементнаго тѣста, при бѣльшемъ содержаніи воды.

Полученныя для песка № 2 числа 1,011 и 1,008, какъ невѣроятныя, слѣдуетъ, конечно, принимать за приблизительныя, такъ какъ опредѣленія велись съ небольшимъ количествомъ матеріала, и ошибка въ ту или другую сторону вполне возможна.

Песокъ № 7 стоитъ на ряду съ пескомъ № 3; песокъ же № 1, въ которомъ наименьше пустотъ, и требуетъ наименьшее количество цементнаго тѣста для заполнения сихъ послѣднихъ, и для него,

равно какъ и для песковъ болѣе мелкихъ, собственно говоря, вѣсовая пропорція 1:5 еще не является нормальной, а по всей вѣроятности таковой для нихъ будетъ пропорція 1:6, которая (къ сожалѣнію) осталась не изслѣдованной.

Приведенныя данныя, конечно, слѣдуетъ считать *приблизительными* (для практики однако же достаточными), такъ какъ опыты велись съ небольшимъ количествомъ испытываемаго вещества, и при томъ невозможно провѣрить, дѣйствительно ли одни и тѣ же объемныя количества песковъ: уплотненнаго лабораторнымъ способомъ и находящагося въ растворѣ, имѣютъ одинаковый вѣсъ.

Кромѣ того, изъ приведенной таблицы можно сдѣлать еще *слѣдующія заключенія*.

1) Общее количество цемента, песка и воды, необходимое для образованія уплотненныхъ растворовъ въ пропорціяхъ 1:1, 1:2 и 1:3, вообще больше, чѣмъ для образованія неуплотненныхъ растворовъ въ тѣхъ же пропорціяхъ; а въ пропорціяхъ 1:4 и 1:5 оно становится соотвѣтственно меньше, такъ какъ для неуплотненныхъ растворовъ, взятыхъ въ такихъ пропорціяхъ, требуется значительно больше воды, чѣмъ для растворовъ уплотненныхъ; точно также для составленія растворовъ, взятыхъ въ пропорціяхъ съ бѣльшимъ содержаніемъ цемента, всегда требуется больше составныхъ частей, чѣмъ для растворовъ, взятыхъ въ пропорціяхъ съ меньшимъ содержаніемъ цемента.

2) Количество воды, потребное для составленія растворовъ неуплотненныхъ, больше, чѣмъ для составленія растворовъ уплотненныхъ, причѣмъ растворы, взятые въ пропорціи 1:3, требуютъ меньше воды, чѣмъ всѣ остальные; больше всего воды требуютъ растворы, взятые въ пропорціи 1:1.

3) Чѣмъ крупнѣе песокъ, тѣмъ меньше онъ требуетъ воды для составленія раствора.

4) Количества песка и цемента, необходимыя для образованія растворовъ какъ уплотненныхъ, такъ и неуплотненныхъ, уменьшаются съ уменьшеніемъ крупности песка, при соотвѣтственномъ увеличеніи количества воды.

5) Количество цемента, идущее на образованіе растворовъ уплотненныхъ, больше, чѣмъ для образованія растворовъ неуплотненныхъ, за исключеніемъ пропорціи 1:5, для которой оно почти одно и

то же, причём какъ для уплотненныхъ растворовъ, такъ и для неуплотненныхъ, съ уменьшеніемъ крупности песка, оно уменьшается.

6) Для песка № 1 (смѣси всѣхъ остальныхъ, кромѣ № 7, песковъ) количество составныхъ частей для образованія неуплотненныхъ растворовъ получается наибольшее при пропорціи 1 : 3, для растворовъ уплотненныхъ—при пропорціи 1 : 1.

7) Песокъ № 7 (международный) стоитъ посрединѣ между песками № 2 и № 3.

Глава III.

Полученные результаты выхода неуплотненныхъ растворовъ, взятыхъ при вѣсовыхъ пропорціяхъ: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и 1:5, полезно сравнить съ табл. II § 357 Урочнаго Положенія (издан. 1869 года), опредѣляющей количества цемента, песка и воды, потребныя для составленія 1 куб. саж. раствора.

Для сравненія, конечно, слѣдуетъ взять всѣ данныя, относящіяся до песка № 1.

Итакъ мы имѣемъ, на основаніи добытыхъ результатовъ, что для образованія 1 куб. саж. цементнаго неуплотненнаго раствора, въ зависимости отъ *вѣсовыхъ* пропорцій растворовъ, требуются слѣдующія, помѣщенныя въ таблицѣ А, количества составныхъ частей въ пудахъ.

ТАБЛИЦА А.

Пропорція вѣсовыя.	Цементы пудовъ.	Песка пудовъ.	В О Д Ы.	
			Пудовъ.	Бочекъ.
1 : 1	540	540	216	7,19
1 : 2	376	751	183	6,09
1 : 3	295	885	165	5,49
1 : 4	231	925	165	5,49
1 : 5	194	969	164	5,46

Съ другой стороны, по таблицѣ Урочнаго Положенія (см. таблицу *Б*) для образованія 1 куб. саж. раствора, въ зависимости отъ *объемныхъ* пропорцій растворовъ, требуются слѣдующія количества составныхъ частей: цемента въ кубич. футахъ и пудахъ, песка — въ куб. саж., куб. фут. и пудахъ и воды въ пудахъ и бочкахъ; при чемъ, согласно тому же Урочному Положенію, вѣсь 1 куб. фута портландскаго цемента принять равнымъ 2 пудамъ и вѣсь 1 куб. фута песка — 2,75 пуд.

ТАБЛИЦА Б.

Пропорціи объемныя.	ЦЕМЕНТА.		ПЕСКА.			ВОДЫ.	
	КУБ. ФУТ.	ПУД.	КУБ. САЖ.	КУБ. ФУТ.	ПУД.	ПУД.	БОЧЕКЪ.
1 : 1/2	336	672	0,48	165	454	216	7,18
1 : 1	255	510	0,73	250	688	178	5,94
1 : 1 1/2	205	410	0,88	302	831	158	5,27
1 : 2	172	344	0,98	336	926	145	4,82
1 : 2 1/2	140	280	1,00	343	945	127	4,24
1 : 3	116	232	1,00	343	945	114	3,80
1 : 3 1/2	100	200	1,00	343	945	105	3,49
1 : 4	88	176	1,00	343	945	98	3,27

Раньше былъ приведенъ вѣсь песковъ, насыпаемыхъ свободно въ мѣрный ящикъ безъ встряхиваній и уплотненія, и для песка № 1 вѣсь 1 куб. фута оказался равнымъ, какъ и въ Урочномъ Положеніи, 2,75 пудамъ. Точно такимъ же способомъ, какъ для песковъ неуплотненныхъ, былъ опредѣленъ вѣсь 1 куб. фута портландскаго цемента и оказался тождественнымъ съ вѣсомъ, назначеннымъ по Урочному Положенію—2 пуда (цементъ насыпался изъ бочки въ мѣрный ящикъ при помощи лопатки, и по наполненіи ящика излишекъ цемента снимался осторожно линейкой).

Имѣя эти данныя и зная, что бочка воды вѣситъ 30,04 пуда, можно отъ вѣсовыхъ пропорцій таблицы *А* перейти къ объемнымъ и вѣсовыя количества составныхъ частей растворовъ замѣнить объемными (куб. футами). Тогда предъидущая таблица приметъ слѣдующій видъ:

ТАБЛИЦА В.

ПРОПОРЦИИ.		ЦЕМЕНТА.		ПЕСКА.		ВОДЫ.	
ВѢСОВ.	ОБЪЕМ.	ПУД.	КУБ. ФУТ.	ПУД.	КУБ. ФУТ.	ПУД.	БОЧ.
1 : 1	1 : 0,73	540	270	540	196	216	7,19
1 : 2	1 : 1,45	376	188	751	273	183	6,09
1 : 3	1 : 2,15	295	148	885	322	165	5,49
1 : 4	1 : 2,90	231	116	925	336	165	5,49
1 : 5	1 : 3,63	194	97	969	352	164	5,46

Если теперь въ приведенной таблицѣ В Урочнаго Положенія найти посредствомъ простыхъ вычисленій количества составныхъ частей растворовъ для объемныхъ пропорцій 1 : 0,73, 1 : 1,45, 1 : 2,15, 1 : 2,90 и 1 : 3,63, то получимъ слѣдующія, приведенныя въ ниже-помѣщенной таблицѣ Г данныя:

ТАБЛИЦА Г.

Пропорція.	ЦЕМЕНТА.		ПЕСКА.		ВОДЫ.	
	КУБ. ФУТ.	ПУД.	КУБ. ФУТ.	ПУД.	ПУД.	БОЧ.
1 : 0,73	287	574	216	594	197	6,56
1 : 1,45	207	414	299	822	160	5,34
1 : 2,15	157	314	338	930	140	4,65
1 : 2,90	121	242	350	963	117	3,88
1 : 3,63	94	188	343	945	104	3,46

Сравнивая эти двѣ послѣднія таблицы В и Г, мы видимъ, что онѣ довольно близко подходятъ другъ къ другу; разница заключается въ томъ, что во всѣхъ пропорціяхъ, кромѣ послѣдней 1 : 5, количества песка и цемента, опредѣленныя настоящими изслѣдованіями, нѣсколько меньше установленныхъ Урочнымъ Положеніемъ, но зато для всѣхъ пропорцій потребное для составленія растворовъ количество воды больше назначаемого Урочнымъ Положеніемъ. Необходимо

замѣтить, что для растворовъ съ меньшимъ содержаніемъ цемента (вѣсовыя пропорціи 1:5 и 1:4) слѣдуетъ брать для затворенія еще большія количества воды, чѣмъ это показано въ таблицѣ В, чтобы получить растворъ, годный для производства кладки, какъ это и дѣлалось въ настоящемъ случаѣ при изготовленіи образцовъ, причѣмъ излишняя вода, непринятая растворомъ послѣ затворенія и помѣщенія раствора въ формы, стекала. Излишекъ добавленной воды противъ той, которую растворъ можетъ принять въ себя, доходитъ для вышеупомянутыхъ растворовъ до 1—4% отъ вѣса сухой смѣси.

Для полного сравненія результатовъ изслѣдованій съ приведенной таблицей Урочнаго Положенія былъ опредѣленъ также *выходъ чистаго цементнаго тѣста*, при чемъ оказалось, что 1 куб. саж. чистаго цементнаго раствора получается изъ 850 пудовъ цемента и 280,5 пудовъ = 9,35 бочекъ (33% отъ вѣса цемента) воды, а по таблицѣ Урочнаго Положенія—изъ 1000 пудовъ цемента и 9.60 бочекъ воды. При нормальной же консистенціи раствора (игла Вика) для образованія 1 куб. саж. чистаго цементнаго раствора надо 965 пудовъ цемента и 255 пудовъ = 8,5 боч. (26 $\frac{1}{2}$ % отъ вѣса цемента) воды.

Глава IV.

Всѣ приготовленные образцы какъ изъ растворовъ съ пескомъ, такъ и изъ чистаго цемента были испытаны частью на разрывъ, частью на раздробленіе черезъ опредѣленные сроки послѣ затворенія, а именно—образцы на разрывъ черезъ 7 дней, 28 дней, 6 мѣсяцевъ и 1 годъ послѣ затворенія, а кубики на раздробленіе—черезъ 28 дней, 6 мѣсяцевъ и 1 годъ. Результаты испытаній въ кгр. на 1 кв. см., а также количество воды въ % отъ вѣса сухой смѣси, вѣсъ образца на разрывъ (средній изъ 20 образцовъ) въ грм., вѣсъ кубика на раздробленіе (средній изъ 6-ти кубиковъ) въ грм. и отношеніе сопротивленія раздробленію къ сопротивленію разрыву на 28 дневный срокъ приведены въ таблицѣ № VII для всѣхъ 6 сортовъ петербургскаго песка и для песка международнаго, при вѣсовыхъ пропорціяхъ 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и 1:5, а также для рас-

творя изъ чистаго цемента, причеъ растворы съ пескомъ были приготовлены двоякаго рода: уплотненные и неуплотненные.

Далѣе на основаніи этихъ результатовъ составлены графическія таблицы сопротивленія цементныхъ растворовъ съ пескомъ разрыву и раздробленію въ трехъ видахъ: для каждой *пропорціи* (вѣсовой) — результаты сопротивленій въ зависимости отъ сортовъ песка, при разныхъ срокахъ; для cadaго *срока* — результаты сопротивленій въ зависимости отъ тѣхъ же сортовъ песка, при разныхъ пропорціяхъ и для cadaго *сорта песка* — результаты сопротивленій въ зависимости отъ пропорцій, при разныхъ срокахъ.

Кривыя, нанесенныя на этихъ таблицахъ, даютъ намъ возможность сдѣлать слѣдующіе выводы:

I. Для каждой *пропорціи*:

1) съ увеличеніемъ сроковъ испытаній сопротивление увеличивается, — наибольшее нарастаніе сопротивления получается въ промежуткѣ между сроками 28 дней и 6 мѣсяцевъ;

2) результаты 6-ти мѣсячныхъ и годовыхъ испытаній близки другъ къ другу, особенно для пропорцій 1 : 4 и 1 : 5, причеъ при пропорціи 1 : 5 для нѣкоторыхъ песковъ получаютъ 6-ти мѣсячные результаты испытаній больше годовыхъ;

3) въ пропорціяхъ съ малымъ содержаніемъ цемента (1 : 4 и 1 : 5) для всѣхъ песковъ, съ увеличеніемъ сроковъ испытаній, сопротивление растеть равномѣрнѣе, чѣмъ въ остальныхъ пропорціяхъ;

4) уплотненные растворы даютъ бѣльшія сопротивленія, чѣмъ неуплотненные;

5) что касается результатовъ сопротивленій въ зависимости отъ сортовъ песка (крупности его), то для нагляднаго сравненія ниже приведены таблички, въ которыхъ послѣдовательно для всѣхъ пропорцій и для всѣхъ сроковъ выписаны №№ песковъ въ зависимости отъ величины сопротивленій растворовъ, содержащихъ эти пески; такъ напр. первый рядъ цифръ 7, 1, 5, 2, 4, 3, 6 показываетъ, что для пропорціи 1 : 1 въ растворѣ уплотненномъ, при срокѣ испытанія 7 дней, пески въ зависимости отъ величины сопротивления разрыву идутъ въ такомъ послѣдовательномъ порядкѣ №№ 7, 1, 5, 2, 4, 3 и 6, т. е, наибольшее сопротивление даетъ песокъ № 7, далѣе слѣдуетъ 1, 5 и т. д. и наименьшее — песокъ № 6.

7
4
4
4
4

Продол- жит.	Р а з р ы в ь													
	Удвоенный.							Неудвоенный.						
1:11	7	1	5	2	4	3	6	7	1	2	5	4	3	6
1:22	3	5	4	7	1	2	6	7	1	5	4	6	2	3
1:33	1	7	2	3	4	5	6	1	7	5	4	6	2	3
1:44	4	1	7	3	5	2	6	2	4	7	5	1	3	6
1:55	1	7	6	4	5	2	3	3	1	6	2	7	4	5

28
4
4
4
4

Продол- жит.	Р а з р ы в ь													
	Удвоенный.							Неудвоенный.						
1:11	7	1	2	5	4	3	6	7	1	6	5	2	4	3
1:22	1	7	2	3	5	4	6	7	1	2	4	5	3	6
1:33	1	7	2	3	5	4	6	1	7	5	4	3	2	6
1:44	4	7	3	1	5	6	2	4	7	2	1	6	5	3
1:55	7	1	6	4	5	2	3	3	1	6	2	7	4	5

6
6
6
6
6

Продол- жит.	Р а з д р о б л е н и е													
	Удвоенный.							Неудвоенный.						
1:11	7	4	1	2	3	5	6	2	1	7	3	4	5	6
1:22	2	3	1	7	5	4	6	2	1	3	7	4	5	6
1:33	1	7	2	3	4	5	6	1	3	7	2	5	6	4
1:44	1	2	3	7	4	5	6	2	7	6	1	3	4	5
1:55	7	4	1	5	2	3	6	2	7	1	6	3	4	5

Продол- жит.	Р а з р ы в ь													
	Удвоенный.							Неудвоенный.						
1:11	5	4	7	6	1	3	2	7	2	3	1	5	6	4
1:22	7	1	5	3	2	4	6	7	1	4	2	6	3	5
1:33	1	7	5	2	3	4	6	1	7	4	6	3	2	5
1:44	7	4	1	5	3	6	2	4	7	3	1	5	6	2
1:55	7	1	6	3	5	4	2	7	1	2	4	3	6	5

6 мѣсяцевъ.

Пропор- ція.	Раздробленіе.													
	Уплотненный.							Неуплотненный.						
1:1	2	7	4	5	3	1	6	2	4	3	5	7	1	6
1:2	7	2	3	1	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6
1:3	7	1	3	2	5	4	6	5	1	7	6	4	2	3
1:4	7	2	3	4	5	1	6	2	7	3	6	4	1	5
1:5	7	1	2	5	4	3	6	7	3	6	2	1	4	5

1 годъ.

Пропор- ція.	Разрывъ.													
	Уплотненный.							Неуплотненный.						
1:1	7	5	6	4	1	2	3	7	6	2	3	5	1	4
1:2	7	1	5	4	3	2	6	7	1	4	6	3	5	2
1:3	1	7	5	3	2	4	6	1	7	4	3	6	2	5
1:4	7	4	1	5	3	6	2	4	7	5	3	1	6	2
1:5	7	1	5	3	6	4	2	1	3	7	2	4	6	5

Пропор- ція.	Раздробленіе.													
	Уплотненный.							Неуплотненный.						
1:1	2	7	4	1	3	5	6	7	1	2	4	5	6	3
1:2	7	3	5	4	2	1	6	7	3	4	1	2	5	6
1:3	1	7	2	3	4	5	6	5	1	7	3	4	2	6
1:4	7	1	2	3	5	4	6	2	7	4	6	3	5	1
1:5	1	4	7	2	5	3	6	7	2	6	3	4	1	5

II. Для каждого срока испытанія:

1) съ увеличеніемъ въ растворахъ содержанія цемента сопротивленіе увеличивается;

2) всѣ сорта песка для пропорцій 1:4 и 1:5, особенно при 7-ми дневныхъ и 28-ми дневныхъ срокахъ, даютъ очень близкіе результаты сопротивленій;

3) уплотненные растворы даютъ большія сопротивленія, чѣмъ неуплотненные,

и 4) зависимость результатовъ сопротивленія отъ крупности песковъ наглядно видна изъ вышеприведенныхъ табличекъ.

III. Для *каждаго песка*:

1) съ увеличеніемъ содержанія цемента въ растворѣ, при одномъ и томъ же срокѣ, сопротивленіе возрастаетъ;

2) съ увеличеніемъ срока, при одной и той же пропорціи, сопротивленіе увеличивается; исключеніе составляютъ пропорціи 1:4 и 1:5, для которыхъ, при меньшихъ срокахъ испытаній, для нѣкоторыхъ песковъ получаются результаты бѣльшіе или равные, чѣмъ при бѣльшихъ срокахъ; это замѣчается для годовичнаго срока, для котораго получаются меньшіе результаты, чѣмъ для 6-ти мѣсячнаго срока, и

3) уплотненные растворы даютъ бѣльшія сопротивленія, чѣмъ неуплотненные.

IV. Для *раствора изъ чистаго цемента* имѣются результаты сопротивленій только при нормальной его консистенціи.

При этомъ оказывается: а) годовичные результаты на разрывъ меньше 6-ти мѣсячныхъ *), а на раздробленіе—наоборотъ, больше; б) по сравненію съ растворами съ пескомъ въ пропорціи 1:1 растворъ изъ чистаго цемента хотя и занимаетъ по отношенію къ сопротивленію первое мѣсто, но для раствора уплотненнаго съ пескомъ № 7 (международнымъ) замѣчается болѣе равномерное нарастаніе сопротивленій разрыву съ увеличеніемъ сроковъ испытаній, чѣмъ для раствора изъ чистаго цемента (32.7, 48, 53.8 и 65 противъ 33, 50, 58 и 56), а сопротивленія раздробленію вышеупомянутаго раствора съ пескомъ даже больше, чѣмъ для раствора изъ чистаго цемента (586, 650 и 740 противъ 480, 640 и 700).

Глава V.

На основаніи всего вышеизложеннаго можно составить слѣдующій краткій перечень результатовъ, добытыхъ произведенными изслѣдованіями.

A. С.-Петербургскій рѣчной песокъ—гранитнаго происхожденія,

*) слѣдуетъ замѣтить, что это случай довольно рѣдкій, и, можетъ быть, съ увеличеніемъ срока испытанія до 2-хъ, 3-хъ и т. д. лѣтъ, сопротивленіе опять возрасло бы, какъ это и замѣчается въ лабораторныхъ испытаніяхъ.

состоить изъ зеренъ *самой разнообразной крупности*, которыя отличаются большою окатанностью; вслѣдствіе этого *водоудержательная способность* его не велика и не превосходитъ 1% отъ занимаемаго объема. *Удельный вѣсъ песка* = 2.636.

Взятый для изслѣдованія песокъ былъ подраздѣленъ на 6 сортовъ:

№ 1	просѣянный	сквозь сито въ 25 отв. на 1 □ см.	100%	по вѣсу.
№ 2	прошедшій	черезъ сито 25 и оставшійся на ситѣ 64	18,8%	
№ 3	"	" " 64	"	" " 144 26,5%
№ 4	"	" " 144	"	" " 225 21,8%
№ 5	"	" " 225	"	" " 400 16,1%
№ 6	"	" " 400	"	" " 900 3,5%

Песокъ, прошедшій черезъ сито 900 отв. на 1 □ см. и не прошедшій черезъ сито въ 25 отв. на 1 □ см. отбрасывался, составляя 13,3% отъ взятаго природнаго песка; для сравненія взятъ былъ № 7 *международный* (прусскій) песокъ, соотвѣтствующій по крупности № 3; удѣльный вѣсъ его—2.64.

Б. *Вѣсъ 1 куб. фута* изслѣдуемыхъ песковъ въ *рыхломъ и уплотненномъ* состояніи (последнее соотвѣтствуетъ также плотности *мокрого* песка) опредѣлился слѣдующими величинами:

№№ песковъ.	Неуплотненный (рыхлый).	Уплотненный.	Мокрый.
1 (смѣсь).	2.750	3.134	2.998
2 (25—64)	2.481	2.802	2.728
3 (64—144)	2.476 (?)	2.873	2.804
4 (144—225)	2.491	2.912	2.728
5 (225—400)	2.510	2.920	2.790
6 (400—900)	2.528	2.927	2.785
7 (международн.).	2.471	2.886	—

Наиболѣе тяжелый песокъ получается при смѣшеніи самаго крупнаго съ самымъ мелкимъ пескомъ.

В. *Количество пустотъ* какъ въ уплотненномъ пескѣ, такъ и неуплотненномъ было опредѣлено въ % отъ занимаемаго пескомъ

объема по формулѣ: $C^0\% = \frac{v - \frac{p}{\Delta}}{v} \times 100$, гдѣ v —объемъ песчинокъ

въ пустотахъ, $\frac{p}{\Delta}$ — объемъ песчинокъ безъ пустотъ (p — вѣсъ, Δ — уд. вѣсъ), и оказалось для изслѣдуемыхъ песковъ слѣдующее:

Мелъ песковъ.	Неуплотненный.	Уплотненный.
1 (смѣсь).	39,75	31,25
2 (28—64)	45,50	38,50
3 (64—144)	45,50	37,00
4 (144—225)	45,50	36,25
5 (225—400)	45,00	36,00
6 (400—900)	44,50	35,75
7 (междунорода).	43,75	36,75

Наименьшее количество пустотъ получается, если смѣшивать самый крупный съ самымъ мелкимъ пескомъ.

Г. Цементные растворы, взятые для изслѣдованія, были двоякаго рода: уплотненные, которые имѣютъ примѣненіе въ бетонахъ, и неуплотненные, какіе употребляются для кладки. Пропорціи для изслѣдуемыхъ растворовъ были взяты въсовыя: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и 1:5, изъ которыхъ надо было найти такъ называемыя нормальныя пропорціи, т. е. такія, въ которыхъ цементнаго тѣста взято лишь столько, сколько нужно для того, чтобы объемъ получаемаго раствора равнялся объему входящаго въ растворъ песка.

Для уплотненныхъ растворовъ, для которыхъ количество воды, необходимой для составленія раствора, обусловлено было извѣстной механической работой—0,1 кгрт. на 1 гр. сухой смѣси, выходъ раствора, при разныхъ пропорціяхъ, опредѣлялся по изготовленнымъ образцамъ-кубикамъ, такъ какъ зная вѣсъ составныхъ частей, вытѣхъ для приготовленія кубика, и зная его объемъ и вѣсъ, легко было опредѣлить, сколько надо взять (по вѣсу) составныхъ частей для составленія единицы объема раствора, напр. куб. саж.

Для неуплотненныхъ растворовъ выходъ раствора, при разныхъ пропорціяхъ, опредѣлялся помощью прибора Михаэлиса, причѣмъ удѣлъ воды бралось столько, сколько растворъ могъ принять при своемъ отвердѣваніи. Въ нижеприведенныхъ таблицахъ показано, сколько нужно для составленія 1 куб. саж. раствора составныхъ

частей: цемента въ пудахъ, песка въ пудахъ и кубическихъ саженьяхъ, воды—въ % отъ вѣса сухой смѣси цемента и песка, пудахъ и бочкахъ.

1 : 1

№№ песковъ.	Растворы уплотненные.						Растворы неуплотненные.					
	Цемента пуд.	Песка.		Воды.			Цемент пуд.	Песка.		Воды.		
		пуд.	куб. саж.	%	пуд.	боч.		пуд.	куб. саж.	%	пуд.	боч.
1	631	631	0,587	11	139	4,62	540	540	0,502	20	216	7,19
2	647,5	647,5	0,660	10 ¹ / ₄	133	4,20	548	548	0,571	19	211	7,02
3	634,5	634,5	0,642	10 ³ / ₄	136	4,54	543	543	0,549	19 ¹ / ₂	212	7,06
4	628,5	628,5	0,629	11	138	4,60	540	540	0,540	19 ³ / ₄	213	7,09
5	618	618	0,617	11 ³ / ₄	145	4,83	534	534	0,533	20	213	7,09
6	610	610	0,608	12	146	4,87	534	534	0,532	20 ¹ / ₄	216	7,19
7	635,5	635,5	0,642	10 ³ / ₄	137	4,55	543	543	0,548	19 ¹ / ₂	212	7,06

1 : 2

1	427	854	0,794	9	115	3,84	376	751	0,699	16 ¹ / ₄	183	6,09
2	438	877	0,913	8 ¹ / ₂	112	3,72	389	779	0,811	14	164	5,46
3	429	857	0,867	8 ³ / ₄	113	3,75	389	779	0,788	14 ³ / ₄	172	5,73
4	419	839	0,840	9 ¹ / ₄	116	3,87	383	767	0,768	15	173	5,76
5	419	839	0,837	9 ¹ / ₂	130	3,97	380	759	0,758	16 ¹ / ₄	185	6,16
6	401	803	0,800	11	132	4,41	376	751	0,744	16 ³ / ₄	189	6,29
7	432	865	0,874	8 ¹ / ₂	110	3,67	386	771	0,779	15 ¹ / ₄	176	5,86

1 : 3

1	317	951	0,855	8 ¹ / ₂	108	3,59	295	885	0,823	14	165	5,49
2	316	946	0,984	8 ¹ / ₂	107	3,57	301	903	0,939	13	156	5,19
3	311	931	0,942	8 ³ / ₄	109	3,62	295	885	0,896	13 ¹ / ₂	159	5,29
4	303	908	0,909	9 ¹ / ₄	112	3,73	291	872	0,872	14 ¹ / ₄	166	5,53
5	301	904	0,902	9 ¹ / ₂	114	3,81	285	854	0,852	15 ¹ / ₂	177	5,89
6	292	877	0,874	10 ¹ / ₂	123	4,09	282	845	0,841	16 ¹ / ₄	183	6,09
7	312	934	0,943	8 ¹ / ₂	106	3,52	291	872	0,881	14 ³ / ₄	171	5,69

№ п/п	Удельные значения						Плотность уплотнения					
	Масса г/г	Насып.		Уплот.		Плотн.		Плотн.		Вода		
		г/л	г/см ³	г/см ³	г/см ³	г/см ³	г/см ³					
1	211	984	0,997	9 1/2	100	3,30	281	925	0,990	14 1/2	165	5,49
2	209	987	0,995	9	100	3,38	281	925	0,982	14 1/2	165	5,49
3	208	989	0,992	9 1/2	100	3,60	280	911	0,922	15 1/2	177	5,89
4	208	994	0,995	10	117	3,88	226	907	0,907	15 1/2	178	5,93
5	201	925	0,925	10	114	3,86	222	898	0,886	16 1/2	186	6,19
6	227	977	0,998	11	125	4,15	223	892	0,888	16 1/2	187	6,23
7	207	949	0,959	9	107	3,55	229	915	0,924	15 1/2	175	5,83

1:5

1	208	1016	0,945	8 1/2	104	3,45	194	969	0,901	14 1/3	164	5,46
2	190	979	1,011	9 1/4	107	3,58	194	969	1,008	14	163	5,43
3	191	955	0,997	9 1/4	112	3,72	190	948	0,960	14 3/4	168	5,59
4	188	941	0,947	10	118	3,76	188	940	0,940	15 1/4	172	5,73
5	188,5	942,5	0,941	10 1/4	116	3,86	186	930	0,928	16 1/3	183	6,09
6	188	927	0,928	11 1/4	125	4,16	185	924	0,921	16 3/4	186	6,19
7	191	958	0,988	9 1/2	109	3,62	192	950	0,968	15	173	5,76

Из этой таблицы видно, что за нормальную пропорцию какъ для уплотненныхъ, такъ и для неуплотненныхъ растворовъ можно принять такую пропорцію 1:5, причемъ для болѣе мелкихъ песковъ, а также для песка № 1 пропорція эта можетъ быть 1:6, которая въ настоящемъ случаѣ не подвергалась изслѣдованію. Съ уменьшеніемъ крупности песка и соответственно этому количества пустотъ въ немъ, уменьшается и количество цементнаго гѣста, необходимаго для заполнения всѣхъ пустотъ въ данномъ объемѣ песка, т. е. нормальная пропорція для песка болѣе мелкаго будетъ съ большимъ количествомъ песка, какъ для болѣе крупнаго. Кроме того на основании этой таблицы можно видѣть еще нѣ заключенія, которыя были подробно изложены въ пунктахъ 1, 2, 3, 4, 5, 6, и 7 главы II.

Сравнивая полученные количества составных частей неуплотненных растворовъ, взятыхъ при вѣсовыхъ пропорціяхъ 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и 1:5 для песка № 1, съ таблицей II § 357 Урочнаго Положенія, дающей объемныя и вѣсовыя количества цемента, песка и воды, необходимыя для составленія 1 куб. саж. раствора, и имѣя въ виду, что какъ по Урочному Положенію, такъ и на основаніи добытыхъ настоящими изслѣдованіями данныхъ, вѣсь 1 куб. фута (высыпаннаго изъ бочки) поргландскаго цемента = 2 пудамъ, и вѣсь 1 куб. фута неуплотненнаго песка = 2,75 пуд., мы можемъ отъ вѣсовыхъ пропорцій 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и 1:5 перейти къ объемнымъ и составить двѣ таблицы: по даннымъ произведенныхъ изслѣдованій и по Урочному Положенію, въ которыхъ для разныхъ объемныхъ пропорцій растворовъ можно найти тѣ количества составныхъ частей ихъ въ куб. футахъ и пудахъ, какія необходимы для образованія 1 куб. сажени раствора.

Приводимъ эти таблицы:

1. По произведеннымъ изслѣдованіямъ.

ПРОПОРЦИИ.		ЦЕМЕНТА.		ПЕСКА.		В О Д Ы.	
ВѢСОВЫЯ.	ОБЪЕМ.	ПУД.	КУБ. ФУТ.	ПУД.	КУБ. ФУТ.	ПУД.	БОЧ.
1:1	1:0,73	540	270	540	196	216	7,19
1:2	1:1,45	376	188	751	273	183	6,09
1:3	1:2,15	295	150	885	322	165	5,49
1:4	1:2,90	231	116	925	336	165	5,49
1:5	1:3,63	194	97	969	352	164	5,46

2. По Урочному Положенію.

—	1:0,73	574	287	594	216	197	6,56
—	1:1,45	414	207	822	299	160	5,34
—	1:2,15	314	157	930	338	140	4,65
—	1:2,90	242	121	963	350	117	3,88
—	1:3,63	188	94	945	343	104	3,46

Независимо сего помощью прибора *Михаэлиса* найдено, что для образованія 1 куб. саж. раствора изъ чистаго цемента потребно

850 пудовъ цемента и 281 пуд. = 9,4 бочекъ (33% отъ вѣса цемента) воды, а по таблицѣ Урочнаго Положенія для той же цѣли надо 1000 пуд. цемента и 9,60 бочекъ воды *). Изъ приведенныхъ данныхъ можно усмотрѣть, что таблица, составленная на основаніи произведенныхъ изслѣдованій, близко подходитъ къ таблицѣ Урочнаго Положенія, причѣмъ для всѣхъ изслѣдованныхъ вѣсовыхъ пропорцій, кромѣ пропорціи 1:5, количества цемента и песка, а для раствора изъ чистаго цемента—количества цемента, потребныя для образованія 1 куб. саж. раствора, меньше, чѣмъ по таблицѣ Урочнаго Положенія, количество же воды вездѣ больше. Слѣдуетъ замѣтить, что для растворовъ съ меньшимъ содержаніемъ цемента (пропорціи 1:4 и 1:5) всегда бралось при затвореніи воды больше на 1—4% отъ вѣса сухой смѣси, чѣмъ это показано въ вышеприведенной таблицѣ, съ тою цѣлью, чтобы получить растворъ довольно разжиженный и удобный для производства кладки.

Д. Приготовленные при вѣсовыхъ пропорціяхъ 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и 1:5 для песковъ №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 изъ растворовъ уплотненныхъ и неуплотненныхъ, а также изъ чистаго цемента образцы были испытаны на разрывъ на сроки: 7, 28 дней, 6 мѣсяцевъ и 1 годъ, и на раздробленіе на сроки—28 дней, 6 мѣсяцевъ и 1 годъ. Результаты этихъ испытанийъ въ кгр. на кв. см. приведены въ прилагаемой при семь таблицѣ № VII и для большей наглядности нанесены графически на цѣлой серіи таблицъ, также при семь прилагаемыхъ; подробные выводы, которые могутъ быть сдѣланы изъ этихъ таблицъ, перечислены въ пунктахъ I, II, III и IV главы IV.

Вообще относительно цементныхъ растворовъ съ пескомъ можно сказать, что наивысшіе результаты какъ для уплотненныхъ растворовъ, такъ и для неуплотненныхъ, какъ при испытаніяхъ на разрывъ, такъ и на раздробленіе даютъ пески № 7 (международный-прусскій) и № 1, представляющій изъ себя смѣсь всѣхъ сортовъ, полученныхъ при раздѣленіи на крупности рѣчнаго петербургскаго песка, а наименьшіе № 6, т. е. самый мелкій изъ отдѣльныхъ сортовъ петербургскаго песка, песчинки котораго проходятъ черезъ сито въ 400 и не проходятъ черезъ сито въ 900 отверстій на 1 кв. см.;

*) При такъ называемой нормальной консистенціи раствора (гла Вика) 1 куб. саж. чистаго цементнаго раствора получается изъ 965 пуд. цемента и 8,50 боч. воды.

(слѣдуетъ замѣтить, что въ петербургскомъ пескѣ есть еще болѣе мелкія частицы, проходящія черезъ сито 900 въ количествѣ 13% отъ данной вѣсовой единицы, но они изслѣдованію не подвергались и дали бы, очевидно, еще болѣе низкіе результаты сопротивленій); *остальные пески не даютъ*, насколько результаты произведенныхъ испытаній выяснили, *достаточныхъ поводовъ предпочитать ихъ одинъ другому.*

Въ полученныхъ результатахъ испытаній встрѣчаются, между прочимъ, нѣкоторыя противорѣчія (напр. нѣкоторыя сопротивленія раствора 1 : 2 больше сопротивленій раствора 1 : 1), замѣчается неравномѣрное нарастаніе сопротивленій, уменьшеніе сопротивленій при увеличеніи сроковъ испытаній, большіе скачки въ цифрахъ сопротивленія, — все это объясняется разными случайностями при изготовленіи образцовъ, храненіи ихъ и испытаніи, что и заставило насъ весьма осторожно отнестись къ полученнымъ результатамъ испытаній и не дѣлать изъ нихъ слишкомъ общихъ выводовъ. Нѣкоторыя изъ этихъ противорѣчій вполне объяснимы; такъ напр. уменьшеніе сопротивленій для пропорцій 1 : 5 и 1 : 4, при годичномъ срокѣ испытанія, противъ шестимѣсячнаго можно объяснить тѣмъ, что во время храненія въ водѣ содержащееся въ растворахъ цементное тѣсто могло быть вымыто изъ образцовъ и раствориться въ водѣ, вслѣдствіе чего образецъ потерялъ нѣкоторую долю крѣпости и далъ при годичномъ испытаніи сопротивленіе меньшее, чѣмъ при шестимѣсячномъ.

Въ заключеніе намъ остается сказать нѣсколько словъ *о программѣ дальнѣйшихъ изслѣдованій*, которыя желательно было бы произвести для выясненія вопроса о вліяніи на цементные растворы песковъ разныхъ мѣсторожденій, а также провѣрить на какомъ нибудь другомъ пескѣ добытые результаты, касающіеся *вліянія крупности песка на растворъ*, не останавливаясь на пескѣ (400—900), какъ это нами сдѣлано, но изслѣдуя какъ болѣе мелкіе сорта его, такъ и болѣе крупные.

Такимъ образомъ, выбравши нѣсколько наиболѣе распространенныхъ и часто употребляемыхъ на работахъ песковъ и раздѣливши ихъ по крупностямъ на нѣсколько сортовъ, не пренебрегая даже самыми мелкими частицами, слѣдуетъ каждый изъ песковъ подвергнуть всестороннему изслѣдованію, т. е. опредѣлить химическій составъ его, форму и видъ отдѣльныхъ песчинокъ, степень угловатости

ихъ, способность песка поглощать воду своими порами, количество подмѣсей въ видѣ землистыхъ и органическихъ веществъ, причѣмъ дальнѣйшія изслѣдованія вести какъ съ пескомъ, очищеннымъ отъ этихъ подмѣсей, такъ и съ природнымъ пескомъ, удѣльный вѣсъ, вѣсъ единицы объема въ неуплотненномъ (рыхломъ) и уплотненномъ (мокроемъ) состояніи, количество пустотъ въ % отъ занимаемаго пескомъ объема.

Пользуясь этими данными, дающими, болѣе или менѣе, полную характеристику какъ физическихъ, такъ и химическихъ свойствъ песка, способныхъ вліять на крѣпость цементныхъ растворовъ, слѣдуетъ далѣе опредѣлить выходъ раствора какъ для уплотненныхъ, такъ и для неуплотненныхъ растворовъ, т. е. количество составныхъ частей (цемента, песка и воды) раствора, при разныхъ вѣсовыхъ пропорціяхъ, начиная съ пропорціи 1 : 1 и дальше 1 : 2, 1 : 3 и т. д., при чемъ полезно включить въ изслѣдованія и пропорцію 1 : 6.

На основаніи произведенныхъ опредѣленій можно найти такъ называемую *нормальную пропорцію*, въ которой цемента для составленія даннаго объема раствора взято лишь столько, сколько нужно для того, чтобы объемъ раствора равнялся объему песка.

Наконецъ слѣдуетъ для принятыхъ пропорцій изготовить достаточное число образцовъ на разрывъ и раздробленіе и испытать ихъ въ опредѣленные сроки (7 дней, 28 дней, 6 мѣсяцевъ, 1 годъ); на основаніи результатовъ испытаній составить таблицы, по которымъ можно будетъ легко судить о прочности цементныхъ растворовъ и о зависимости сопротивленія цементныхъ растворовъ отъ качествъ входящаго въ растворъ песка.

Полезно также произвести изслѣдованія съ цементными растворами относительно ихъ *пористости*, т. е. проницаемости для воды, въ виду той важной роли, какую играетъ непроницаемость цементныхъ растворовъ для разнаго рода сооруженій, особенно гидротехническихъ.

Всѣ добытыя такими путями данныя будутъ, конечно, только предварительными, и повѣрка ихъ въ болѣе широкихъ размѣрахъ на практикѣ крайне желательна и необходима.



ТАБЛИЦА I.

Крупность песка.	УДЕЛЬНЫЙ ВѢСЪ.	
	Отдѣльные опредѣленія.	Среднее изъ отдѣльных опредѣлений.
(25—64)	2.625 } 2.625 }	2.625
(64—144)	2.632 } 2.635 }	2.634
(144—225)	2.635 } 2.632 }	2.634
(225—400)	2.635 } 2.635 }	2.635
(400—900)	2.650 } 2.650 }	2.650
Песокъ просѣянный черезъ сито въ 25 отверстій на 1 квадратный сантиметръ.	2.642	2,6395
	2.639	
	2.639	
	2.635	
	2.639	
	2.642	
Тотъ-же песокъ промытый водой.	2.646 } 2.635 }	2,6385
	2.638	
	2.635	
Среднее изъ 7 опр.		2.636
Песокъ международный (прусскій). (64—144)	2.639	2.640
	2.640	

ТАБЛИЦА II.

Крупность песка.	Объем вытесненной воды. (куб. см.)	Объем занимаемый песком в воде. (куб. см.)	Количество пустот:		Весь 1 кубич. сантиметр. (грамм.)	Весь 1 кубич. фута. (пуд.)
			Определенное по формуле $C = \frac{v - \Delta}{v}$ (%)	Какъ разность между объемами песка и вытесненной воды. (%)		
Песокъ, просѣянный черезъ сито въ 25 отв. на 1 кв. сантим.						
(—25)	37,3	57,7	34,26	35,37	1.733	2.998
Пески одной крупности.						
(25—64)	37,2	63,4	40,17	41,32	1.577	2.728
(64—144)	37,7	61,7	38,48	38,90	1.621	2.804
(144—225)	37,5	63,4	40,12	40,85	1.577	2.728
(225—400)	37,5	62,0	38,81	39,52	1.613	2.790
(400—900)	37,3	62,1	38,88	39,95	1.610	2.785
Пески двоякой крупности.						
(25—64) + (400—900)	37,8	57,4	33,93	34,15	1.742	3.014
(25—64) + (225—400)	37,5	59,25	35,98	36,71	1.688	2.920
(25—64) + (144—225)	37,5	60,9	37,68	38,42	1.642	2.841
(25—64) + (64—144)	37,8	62,5	39,40	39,52	1.600	2.768
(64—144) + (400—900)	38,0	60,0	36,51	36,67	1.667	2.884
(64—144) + (225—400)	37,5	62,0	38,80	39,52	1.613	2.790
(64—144) + (144—225)	37,0	61,3	38,01	39,32	1.631	2.822
(144—225) + (400—900)	38,0	61,3	37,80	38,01	1.631	2.822
(144—225) + (225—400)	38,0	62,8	39,30	39,49	1.592	2.754
(225—400) + (400—900)	38,0	61,3	37,80	38,01	1.631	2.822

ТАБЛИЦА III.

Крупность песка.	Рыхлый песокъ.				Уплотненный песокъ.			
	Объемъ. (куб. см.)	Количество пустотъ. (%)	Вѣсъ 1 куб. сантим. (ГРАМ.)	Вѣсъ 1 куб. фута. (ПУД.)	Объемъ. (куб. см.)	Количество пустотъ. (%)	Вѣсъ 1 куб. сантим. (ГРАМ.)	Вѣсъ 1 куб. фута. (ПУД.)
Песокъ просѣянный черезъ сито въ 25 отв. на 1 кв. сантим.								
(—25)	65,60	42,05	1.524	2.637	57,50	34,02	1.739	3.008
Пески одной крупности.								
(25—64)	66,67	43,10	1.500	2.595	61,50	38,32	1.626	2.813
(64—144)	66,50	42,95	1.504	2.602	60,00	36,77	1.666	2.882
(144—225)	67,25	43,51	1.487	2.573	60,75	37,50	1.646	2.848
(225—400)	69,00	45,02	1.449	2.507	60,70	37,50	1.647	2.849
(400—900)	69,85	45,22	1.432	2.477	60,00	36,77	1.666	2.882
Пески двоякой крупности.								
(25—64) + (400—900)	64,00	40,72	1.563	2.704	56,00	32,25	1.786	3.090
(25—64) + (225—400)	65,00	41,64	1.538	2.661	57,00	33,45	1.754	3.034
(25—64) + (144—225)	66,00	42,52	1.515	2.621	58,00	34,59	1.724	2.983
(25—64) + (64—144)	66,00	42,52	1.515	2.621	60,00	36,77	1.666	2.882
(64—144) + (400—900)	66,00	42,52	1.515	2.621	57,00	33,45	1.754	3.034
(64—144) + (225—400)	67,00	43,25	1.493	2.583	58,00	34,49	1.724	2.983
(64—144) + (144—225)	67,00	43,25	1.493	2.583	60,00	36,77	1.666	2.882
(144—225) + (400—900)	68,00	44,21	1.471	2.545	59,50	36,24	1.681	2.908
(144—225) + (225—400)	69,00	45,02	1.449	2.507	60,00	36,77	1.666	2.882
(225—400) + (400—900)	68,00	44,21	1.471	2.545	59,00	35,71	1.695	2.932

ТАБЛИЦА IV.

Песок насыпаемый большою струей.				Песок насыпаемый по наклонной плоскости.				Уплотненный песок.			
Весь литр. (ГРАМ.)	Весь кубич. фута. (ПУД.)	Объем литр. (КУБ. СМ.)	Количество пустотъ. (%)	Весь литр. (ГРАМ.)	Весь кубич. фута. (ПУД.)	Объем литр. (КУБ. СМ.)	Количество пустотъ. (%)	Весь литр. (ГРАМ.)	Весь кубич. фута. (ПУД.)	Объем литр. (КУБ. СМ.)	Количество пустотъ. (%)
Песокъ просѣянный черезъ сито въ 25 отв. на 1 кв. сантим.											
1535				1680				1789			
1532				1681				1796			
1539				1685				1796			
1535	2.656	651.4	41.76	1682	2.910	588.5	35.54	1794	3.104	557.4	31.94
Песокъ (25 — 64).											
1418				1570				1614			
1423				1578				1624			
1402				1576				1596			
1413				1572				1617			
1411	2.441	708.7	46.50	1574	2.723	635.3	40.98	1613	2.790	620.0	38.81
Песокъ (64 — 144).											
1433				—				1638			
1419				1598				1632			
1415				1602				1620			
1419				1600				1635			
1419	2.455	704.7	46.20	1600	2.768	625.0	39.30	1531	2.822	613.1	38.15
Песокъ (144 — 225).											
1392				1582				1610			
1388				1586				1628			
1390				1583				1630			
1390	2.405	719.0	47.24	1584	2.740	631.6	40.00	1523	2.808	616.5	38.40
Песокъ (225 — 400).											
1377				1531				1638			
1367				1527				1634			
1372				1533				1636			
1372	2.374	728.8	48.01	1530	2.647	653.5	42.08	1636	2.830	611.2	37.96
Песокъ (400 — 900).											
1422				1555				1679			
1425				1551				1678			
1426				1554				1678			
1424	2.464	702.2	46.00	1553	2.687	643.9	41.08	1678	2.903	600.0	36.77

Песок насыпаемый большою струей.				Песок насыпаемый по наклонной плоскости.				Уплотненный песок.			
Въсь литр.	Въсь кубич. фута.	Объемъ литр.	Количество пустотъ.	Въсь литр.	Въсь кубич. фута.	Объемъ литр.	Количество пустотъ.	Въсь литр.	Въсь кубич. фута.	Объемъ литр.	Количество пустотъ.
(ГРАМ.)	(ПУД.)	(КУБ. СМ.)	(%)	(ГРАМ.)	(ПУД.)	(КУБ. СМ.)	(%)	(ГРАМ.)	(ПУД.)	(КУБ. СМ.)	(%)
П е с к и (25 — 64) + (400 — 900).											
1565				1729				1826			
1557				1730				1822			
1567				1723				1825			
1563	2.704	639.7	40.80	1727	2.988	579.0	34.50	1824	3.156	548.2	30.80
П е с к и (25 — 64) + (225 — 400).											
1497				1682				1762			
1497				1681				1762			
1501				1682				1762			
1498	2.592	667.5	43.02	1682	2.910	594.5	36.20	1762	3.043	567.5	33.15
П е с к и (25 — 64) + (144 — 225).											
1477				1667				1731			
1478				1666				1729			
1478				1663				1718			
1478	2.557	676.5	43.85	1665	2.880	606.6	36.77	1726	2.986	579.3	34.50

ТАБЛИЦА V.

А. Песокъ въ рыхломъ состояніи.

Крупность песка.	В Ъ С Ъ П Е С К А					Объемъ занимаемый 100 килогр. песка. (куб. м.)	Количество пустотъ въ % отъ занимаемаго объема. (%).
	$\frac{1}{8}$ куб. фута. (килогр.)	1 куб. фута. (килогр.)	1 куб. метра. (килогр.)	1 куб. фута. (фунт.)	1 куб. фута. (пуд.)		
№ 1 (—25)	5.650	45.200	1597	110.37	2.759	0.063	39.75
	5.635	45.080	1592	110.08	2.752		
	5.610	44.880	1585	109.59	2.740		
	5.620	44.960	1588	109.79	2.745		
	5.628	45.030	1590	109.96	2.750		
№ 2 (25—64)	5.065	40.520	1431	98.87	2.471	0.070	45.50
	5.090	40.720	1438	99.36	2.484		
	5.080	40.640	1435	99.16	2.479		
	5.105	40.840	1442	99.65	2.491		
	5.085	40.680	1437	99.26	2.481		
№ 3 (64—144)	5.078	40.624	1435	99.03	2.476	0.070	45.50
	5.058	40.464	1429	98.73	2.468		
	5.080	40.640	1435	99.16	2.479		
	5.077	40.616	1434	99.10	2.476		
	5.073	40.586	1433	99.03	2.476		
№ 4 (144—225)	5.100	40.800	1441	99.55	2.489	0.069	45.50
	5.105	40.840	1442	99.65	2.491		
	5.120	40.960	1447	99.94	2.499		
	5.095	40.760	1440	99.45	2.486		
	5.105	40.840	1442	99.65	2.491		
№ 5 (225—400)	5.137	41.096	1451	100.35	2.509	0.069	45.00
	5.134	41.072	1451	100.29	2.507		
	5.146	41.168	1454	100.53	2.513		
	5.138	41.104	1452	100.37	2.509		
	5.139	41.110	1452	100.39	2.510		
№ 6 (400—900)	5.180	41.440	1464	101.11	2.528	0.068	44.50
	5.180	41.440	1464	101.11	2.528		
	5.175	41.400	1462	101.02	2.519		
	5.185	41.480	1465	101.21	2.530		
	5.180	41.440	1464	101.11	2.528		
№ 7 (64—144) (международный).	5.065	40.520	1431	98.87	2.472	0.070	45.75
	5.060	40.480	1430	98.77	2.469		
	5.065	40.520	1431	98.87	2.472		
	5.062	40.496	1430	98.81	2.470		
	5.063	40.504	1431	98.83	2.471		

Б. Песокъ въ уплотненномъ состоянiи.

Крупность песка.	В Ъ С Ъ П Е С К А					Объемъ занимаемый 100 килогр. песка. (куб. м.)	Количество пустотъ въ % отъ занимаемаго объема. (%).
	$\frac{1}{8}$ куб. фута. (килогр.)	1 куб. фута. (килогр.)	1 куб. метра. (килогр.)	1 куб. фута. (фунт.)	1 куб. фута. (нуд.)		
№ 1 (—25)	6.420	51.360	1814	125.31	3.143		
	6.380	51.040	1803	124.54	3.113		
	6.410	51.280	1811	125.12	3.128		
	6.480	51.840	1831	126.49	3.162		
	6.422	51.380	1815	125.37	3.134			0.056	31.25
№ 2 (25—64)	5.740	45.920	1622	112.05	2.801		
	5.717	45.736	1615	111.60	2.790		
	5.742	45.936	1622	112.08	2.802		
	5.770	46.160	1629	112.63	2.816		
	5.742	45.938	1622	112.09	2.802	0.062	38.50
№ 3 (64—144)	5.890	47.120	1664	114.97	2.874		
	5.890	47.120	1664	114.97	2.874		
	5.880	47.040	1661	114.78	2.869		
	5.886	47.088	1663	114.90	2.872		
	5.886	47.092	1663	114.90	2.873			0.060	37.00
№ 4 (144—225)	5.980	47.840	1690	116.73	2.918		
	5.940	47.520	1678	115.95	2.899		
	5.965	47.720	1685	116.44	2.911		
	5.980	47.840	1690	116.73	2.918		
	5.966	47.730	1686	116.46	2.912			0.059	36.25
№ 5 (225—400)	5.978	47.824	1689	116.78	2.920		
	5.971	47.768	1687	116.64	2.915		
	5.981	47.848	1690	116.84	2.921		
	5.986	47.888	1691	116.94	2.923		
	5.979	47.832	1689	116.80	2.920			0.059	36.00
№ 6 (400—900)	5.970	47.760	1687	116.53	2.913		
	5.995	47.960	1694	117.02	2.927		
	6.020	48.160	1701	117.51	2.938		
	6.008	48.064	1697	117.28	2.932		
	5.998	47.986	1695	117.09	2.927			0.059	35.75
№ 7 (64—144) (международный).	5.910	47.280	1670	115.36	2.884		
	5.920	47.360	1673	115.56	2.889		
	5.900	47.200	1667	115.17	2.877		
	5.925	47.400	1674	115.66	2.891		
	5.914	47.310	1671	115.44	2.886			0.059	36.75

ТАБЛИ ЦА VI.
А. Растворы уплотненные.

№№ песковъ.	Число отверстій въ сѣтѣ на 1 кв. сант.	Удѣльный вѣсъ песка.	Вѣсъ 1 куб. саж. песка. (пуд.)	Содержаніе пу-стогъ. (%)	Пропорціи.	На 1000 пудовъ песка				На 1 куб. саж. песка				На 1 куб. саж. раствора								
						Цементъ. (пуд.)	Воды.		Выходъ раствора.		Цементъ. (пуд.)	Воды.		Выходъ раствора.		Цементъ. (пуд.)	Песка.		Воды.		Всего пудовъ.	
							Пуд.	Боч.	Пуд.	Куб. саж.		Пуд.	Куб. саж.	Пуд.	Куб. саж.		Пуд.	Куб. саж.	%	Пуд.		Боч.
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:1	1000	220	7.32	2220	1.583	1075	237	7.87	2387	1.982	631	631	0.587	11	139	4.62	1401
2	(25—64)	»	961	38.50		1000	205	6.82	2205	1.543	961	197	6.56	2119	1.483	647.5	647.5	0.660	10 ¹ / ₄	133	4.20	1428
3	(64—144)	»	988	37.00		1000	215	7.16	2215	1.576	988	212	7.07	2188	1.557	634.5	634.5	0.642	10 ³ / ₄	136	4.54	1405
4	(144—225)	»	999	36.25		1000	220	7.32	2220	1.591	999	220	7.32	2218	1.590	628.5	628.5	0.629	11	138	4.60	1395
5	(225—400)	»	1002	36.00		1000	235	7.82	2235	1.617	1002	235	7.84	2239	1.620	618	618	0.617	11 ³ / ₄	145	4.83	1381
6	(400—900)	»	1004	35.75		1000	240	7.99	2240	1.640	1004	241	8.02	2249	1.646	610	610	0.608	12	146	4.87	1366
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		1000	215	7.16	2215	1.573	990	213	7.09	2193	1.557	635.5	635.5	0.642	10 ³ / ₄	137	4.55	1408
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:2	500	135	4.49	1635	1.170	538	145	4.83	1758	1.258	427	854	0.794	9	115	3.84	1396
2	(25—64)	»	961	38.50		500	128	4.24	1628	1.142	481	123	4.08	1565	1.098	438	877	0.913	8 ¹ / ₂	112	3.72	1427
3	(64—144)	»	988	37.00		500	131	4.37	1631	1.168	494	130	4.32	1612	1.154	429	857	0.867	8 ³ / ₄	113	3.75	1399
4	(144—225)	»	999	36.25		500	139	4.62	1639	1.191	500	139	4.62	1638	1.191	419	839	0.840	9 ¹ / ₄	116	3.87	1374
5	(225—400)	»	1002	36.00		500	143	4.74	1643	1.194	501	143	4.75	1646	1.196	419	839	0.837	9 ¹ / ₂	130	3.97	1388
6	(400—900)	»	1004	35.75		500	165	5.49	1665	1.244	502	166	5.51	1672	1.249	401	803	0.800	11	132	4.41	1336
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		500	128	4.24	1628	1.158	495	126	4.20	1611	1.146	432	865	0.874	8 ¹ / ₂	110	3.67	1407
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:3	333	113	3.77	1446	1.051	358	122	4.05	1555	1.130	317	951	0.885	8 ¹ / ₂	108	3.59	1376
2	(25—64)	»	961	38.50		333	113	3.77	1446	1.056	320	109	3.62	1390	1.015	316	946	0.984	8 ¹ / ₂	107	3.57	1369
3	(64—144)	»	988	37.00		333	117	3.88	1450	1.073	329	115	3.84	1432	1.060	311	931	0.942	8 ³ / ₄	109	3.62	1351
4	(144—225)	»	999	36.25		333	123	4.10	1456	1.100	333	123	4.10	1455	1.099	303	908	0.909	9 ¹ / ₄	112	3.73	1323
5	(225—400)	»	1002	36.00		333	127	4.22	1460	1.108	334	127	4.23	1463	1.110	301	904	0.902	9 ¹ / ₂	114	3.81	1319
6	(400—900)	»	1004	35.75		333	140	4.66	1473	1.140	335	141	4.68	1480	1.146	292	877	0.874	10 ¹ / ₂	123	4.09	1292
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		333	113	3.77	1446	1.070	330	112	3.74	1432	1.060	312	934	0.943	8 ¹ / ₂	106	3.52	1352
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:4	250	109	3.64	1359	1.038	269	118	3.91	1462	1.117	241	964	0.897	8 ³ / ₄	105	3.51	1310
2	(25—64)	»	961	38.50		250	113	3.74	1363	1.048	240	108	3.60	1309	1.007	239	956	0.995	9	108	3.58	1303
3	(64—144)	»	988	37.00		250	116	3.85	1366	1.053	247	114	3.80	1349	1.040	238	950	0.962	9 ¹ / ₄	110	3.66	1298
4	(144—225)	»	999	36.25		250	125	4.16	1375	1.071	250	125	4.16	1374	1.070	233	934	0.935	10	117	3.88	1284
5	(225—400)	»	1002	36.00		250	125	4.16	1375	1.081	251	125	4.16	1378	1.083	231	925	0.923	10	116	3.85	1272
6	(400—900)	»	1004	35.75		250	138	4.58	1388	1.102	251	138	4.60	1393	1.106	227	907	0.903	11	125	4.15	1259
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		250	113	3.74	1363	1.056	248	111	3.71	1349	1.044	237	949	0.959	9	107	3.55	1293
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:5	200	102	3.39	1302	0.984	215	110	3.65	1400	1.058	203	1016	0.945	8 ¹ / ₂	104	3.45	1323
2	(25—64)	»	961	38.50		200	111	3.69	1311	1.032	192	107	3.55	1260	0.992	190	972	1.011	9 ¹ / ₄	107	3.58	1269
3	(64—144)	»	988	37.00		200	117	3.89	1317	1.046	198	116	3.85	1302	1.034	191	955	0.967	9 ³ / ₄	112	3.72	1258
4	(144—225)	»	999	36.25		200	120	3.99	1320	1.062	200	120	3.96	1319	1.061	188	941	0.947	10	113	3.76	1242
5	(225—400)	»	1002	36.00		200	123	4.09	1323	1.060	200	123	4.10	1325	1.061	188.5	942.5	0.941	10 ¹ / ₄	116	3.86	1247
6	(400—900)	»	1004	35.75		200	135	4.49	1335	1.081	201	136	4.51	1341	1.085	185	927	0.923	11 ¹ / ₄	125	4.16	1237
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		200	114	3.79	1314	1.047	198	113	3.76	1301	1.038	191	953	0.963	9 ¹ / ₂	109	3.62	1253

(Продолженіе см. на слѣд. стран.)

ТАБЛИ
Б. Растворы

№№ песковъ.	Число отверстій въ ситѣ на 1 кв. сант.	Удельный вѣсъ песка.	Вѣсъ 1 куб. саж. песка. (пуд.)	Содержаніе пу-стога (°/о).	Пропорціи.	На 1000 пудовъ песка				
						Цементъ. (пуд.)	Воды.		Выходъ раствора.	
							Пуд.	Боч.	Пуд.	Куб. саж.
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:1	1000	400	13.32	2400	1.854
2	(25—64)	»	961	38.50		1000	380	12.65	2380	1.822
3	(64—144)	»	988	37.00		1000	390	12.98	2390	1.842
4	(144—225)	»	999	36.25		1000	395	13.15	2395	1.854
5	(225—400)	»	1002	36.00		1000	400	13.32	2400	1.872
6	(400—900)	»	1004	35.75		1000	405	13.48	2405	1.874
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		1000	390	12.98	2390	1.842
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:2	500	244	8.11	1744	1.331
2	(25—64)	»	961	38.50		500	210	6.99	1710	1.283
3	(64—144)	»	988	37.00		500	221	7.37	1721	1.283
4	(144—225)	»	999	36.25		500	225	7.49	1725	1.303
5	(225—400)	»	1002	36.00		500	244	8.11	1744	1.315
6	(400—900)	»	1004	35.75		500	251	8.36	1751	1.332
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		500	229	7.61	1729	1.300
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:3	333	187	6.21	1520	1.130
2	(24—64)	»	961	38.50		333	173	5.77	1506	1.107
3	(64—144)	»	988	37.00		333	180	5.99	1513	1.130
4	(144—225)	»	999	36.25		333	190	6.32	1523	1.145
5	(225—400)	»	1002	36.00		333	207	6.88	1540	1.169
6	(400—900)	»	1004	35.75		333	217	7.21	1550	1.181
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		333	197	6.55	1530	1.146
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:4	250	178	5.93	1428	1.084
2	(25—64)	»	961	38.50		250	178	5.93	1428	1.084
3	(64—144)	»	988	37.00		250	194	6.45	1444	1.096
4	(144—225)	»	999	36.25		250	197	6.55	1447	1.101
5	(225—400)	»	1002	36.00		250	209	6.97	1459	1.127
6	(400—900)	»	1004	35.75		250	209	6.97	1459	1.122
7	(64—145) (международн.)	2.640	990	36.75		250	191	6.35	1442	1.092
1	(—25)	2.636	1075	31.25	1:5	200	169.5	5.64	1369.5	1.032
2	(24—64)	»	961	38.50		200	168	5.59	1368	1.033
3	(64—144)	»	988	37.00		200	177	5.89	1377	1.052
4	(144—225)	»	999	36.25		200	183	6.10	1383	1.061
5	(224—400)	»	1002	36.00		200	196	6.51	1396	1.078
6	(400—900)	»	1004	35.75		200	201	6.69	1401	1.082
7	(64—144) (международн.)	2.640	990	36.75		200	180	5.99	1380	1.044

ЦА VI.
неуплотненные.

Цементъ. (пуд.)	На 1 куб. саж. песка				На 1 куб. саж. раствора						
	Воды.		Выходъ раствора.		Цементъ. (пуд.)	Песка.		Воды.		Всего пудовъ.	
	Пуд.	Боч.	Пуд.	Куб. саж.		Пуд.	Куб. саж.	%	Пуд.		Боч.
1075	430	14.31	2580	1.993	540	540	0.502	20	216	7.19	1296
961	365	12.12	2287	1.751	548	548	0.571	19	211	7.02	1307
988	385	12.83	2361	1.820	543	543	0.549	19 ^{1/2}	212	7.06	1298
999	395	13.14	2393	1.852	540	540	0.540	19 ^{3/4}	213	7.09	1293
1002	401	13.34	2405	1.876	534	534	0.533	20	213	7.09	1281
1004	407	13.54	2415	1.882	534	534	0.532	20 ^{1/4}	216	7.19	1284
990	386	12.85	2366	1.823	543	543	0.548	19 ^{1/2}	212	7.06	1298
538	262	8.73	1875	1.426	376	751	0.699	16 ^{1/4}	183	6.09	1310
481	202	6.72	1644	1.234	389	779	0.811	14	164	5.46	1332
494	219	7.28	1701	1.268	389	779	0.788	14 ^{3/4}	172	5.73	1340
500	225	7.49	1724	1.302	383	767	0.768	15	173	5.76	1323
501	244	8.13	1747	1.317	380	759	0.758	16 ^{1/4}	185	6.16	1324
502	252	8.40	1758	1.337	376	751	0.748	16 ^{3/4}	189	6.29	1316
495	226	7.54	1711	1.287	386	771	0.779	15 ^{1/4}	176	5.86	1333
358	201	6.65	1634	1.215	295	885	0.823	14	165	5.49	1345
320	167	5.54	1448	1.065	301	903	0.939	13	156	5.19	1360
329	178	5.92	1495	1.117	295	885	0.896	13 ^{1/2}	159	5.29	1339
333	190	6.32	1522	1.145	291	872	0.872	14 ^{1/4}	166	5.53	1329
334	207	6.89	1543	1.171	285	854	0.852	15 ^{1/2}	177	5.89	1316
335	218	7.24	1557	1.187	282	845	0.841	16 ^{1/4}	183	6.09	1310
330	195	6.48	1515	1.134	291	872	0.881	14 ^{3/4}	171	5.69	1334
269	192	6.38	1536	1.166	231	925	0.860	14 ^{1/4}	165	5.49	1321
240	171	5.70	1372	1.041	231	925	0.962	14 ^{1/4}	165	5.49	1321
247	191	6.37	1426	1.082	228	911	0.922	15 ^{1/2}	177	5.89	1316
250	197	6.55	1446	1.100	226	907	0.907	15 ^{3/4}	178	5.93	1311
251	210	6.98	1463	1.130	222	888	0.886	16 ^{3/4}	186	6.19	1296
251	210	7.00	1465	1.126	223	892	0.888	16 ^{3/4}	187	6.23	1302
248	189	6.28	1426.5	1.080	229	915	0.924	15 ^{1/4}	175	5.83	1319
215	182	6.07	1472	1.110	194	969	0.901	14 ^{1/8}	164	5.46	1327
192	161	5.37	1314	0.993	194	969	1.008	14	163	5.43	1326
198	175	5.82	1361	1.040	190	948	0.960	14 ^{3/4}	168	5.59	1306
200	183	6.10	1382	1.060	188	940	0.940	15 ^{1/4}	172	5.73	1300
200	197	6.55	1399	1.080	186	930	0.923	16 ^{1/3}	183	6.09	1299
201	202	6.72	1407	1.087	185	924	0.921	16 ^{3/4}	186	6.19	1295
198	178	5.93	1366	1.032	192	959	0.968	15	173	5.76	1324

Номера и крупности песковъ.		Растворы уплотненные.									
		РАЗРЫВЪ.					РАЗДРОБЛЕ				
		Воды. (%)	Вѣсъ образца. (грам.)	Сопротивленіе разрыву R' .				Воды. (%)	Вѣсъ кубика. (грам.)	Сопротивленіе ленію	
				7 дн.	28 дн.	6 м.	1 г.			28 дн.	6 м.
1:1	№ 1 . . . (-25)	12	162.5	29.77	40.29	50.88	53.80	11	810	527	580
	№ 2 . . (25-64)	11 $\frac{1}{2}$	163.5	26.26	39.33	47.46	53.19	10 $\frac{1}{4}$	826	518	680
	№ 3 . (64-144)	12	163.5	25.07	39.01	48.96	51.50	10 $\frac{3}{4}$	813	505	600
	№ 4 . (144-225)	12 $\frac{1}{4}$	162.5	26.04	39.15	55.88	58.21	11	807	533	610
	№ 5 . (225-400)	12 $\frac{1}{2}$	161.5	26.73	39.28	57.50	59.79	11 $\frac{3}{4}$	799	476	610
	№ 6 . (400-900)	13	159	24.89	33.46	53.79	59.15	12	791	458	570
	№ 7 . (64-144) (международный).	12	162.5	32.71	48.09	53.83	65.06	10 $\frac{3}{4}$	814.5	586	650
1:2	№ 1 . . . (-25)	10	147	21.26	36.14	45.68	51.59	9	808	448	495
	№ 2 . . (25-64)	9 $\frac{3}{4}$	164	19.90	33.70	41.69	43.85	8 $\frac{1}{2}$	824.5	475	510
	№ 3 . (64-144)	10	163	22.81	32.57	42.24	45.14	8 $\frac{3}{4}$	808	469	510
	№ 4 . (144-225)	10 $\frac{1}{2}$	155	21.63	28.16	39.13	45.16	9 $\frac{1}{4}$	795	366	420
	№ 5 . (225-400)	10 $\frac{1}{2}$	157	21.68	29.89	42.26	45.21	9 $\frac{1}{2}$	797	378	410
	№ 6 . (400-900)	12	152	18.18	27.29	37.39	41.33	11	773.5	279	340
	№ 7 . (64-144) (международный).	10	161	21.52	35.35	48.31	54.18	8 $\frac{1}{2}$	813	421	610
1:3	№ 1 . . . (-25)	9 $\frac{1}{2}$	157.5	17.41	25.24	35.13	45.58	8 $\frac{1}{2}$	795.5	290	397
	№ 2 . . (25-64)	9	156.5	14.16	21.28	27.75	28.43	8 $\frac{1}{2}$	792	225	332
	№ 3 . (64-144)	9 $\frac{1}{4}$	155	13.14	20.99	27.65	28.88	8 $\frac{3}{4}$	781	197	345
	№ 4 . (144-225)	10	151	13.06	18.31	24.43	28.27	9 $\frac{1}{4}$	765.5	185	317
	№ 5 . (225-400)	10 $\frac{1}{2}$	152	12.78	19.90	27.78	28.88	9 $\frac{1}{2}$	763	177	328
	№ 6 . (400-900)	11 $\frac{1}{4}$	144	10.59	14.81	22.83	23.58	10 $\frac{1}{2}$	747.5	159	284
	№ 7 . (64-144) (международный).	9	152	14.40	22.15	32.38	33.99	8 $\frac{1}{2}$	782	251	412

Н І Е.		Растворы неуплотненные.													
		РАЗРЫВЪ.						РАЗДРОБЛЕНІЕ.							
		раздроб- R'' .	$\frac{R''}{R'}$	Воды. (%)	Вѣсъ образца. (грам.)	Сопротивленіе разрыву R' .				Воды. (%)	Вѣсъ образца. (грам.)	Сопротивленіе раз- дробленію R'' .			$\frac{R''}{R'}$
						7 дн.	28 дн.	6 м.	1 г.			28 дн.	6 м.	1 г.		(28 дн.)
690	13.1	19	157	24.61	37.57	45.26	48.68	19	782	405	630	650	10.8		
740	13.2	17	161	22.91	33.00	48.00	49.49	17	787,5	410	590	640	12.4		
670	12.9	18	161	18.28	29.97	45.90	48.71	18	784	382	545	590	12.7		
700	13.6	18 $\frac{1}{2}$	159	18.91	32.23	40.95	46.65	18 $\frac{1}{2}$	769	380	550	625	11.8		
640	12.1	19	160	22.51	34.05	43.01	48.69	19	769	354	540	600	10.4		
630	11.9	20	157	22.25	36.38	42.13	50.09	20	767	345	520	600	9.5		
740	12.2	17 $\frac{1}{2}$	161	24.66	40.01	48.64	53.84	17 $\frac{1}{2}$	789	390	530	680	9.7		
530	12.4	16 $\frac{1}{2}$	157	16.61	28.90	43.01	48.83	16 $\frac{1}{2}$	767	216	401	460	7.5		
547	14.0	14	158	15.46	26.12	34.78	36.51	14	766	261	400	445	10.0		
598	14.4	15	163	14.29	21.39	33.28	38.15	15	749	210	360	518	9.8		
573	13.0	16 $\frac{1}{2}$	153	15.96	24.43	36.46	40.00	16 $\frac{1}{2}$	748	202	350	490	8.3		
587	12.6	17	149	16.12	21.96	32.80	37.23	17	753,5	181	315	428	8.2		
493	10.2	19	151	15.62	19.70	33.96	39.36	19	738	141	301	412	7.2		
623	11.9	15	163	18.36	29.85	46.30	52.48	15	766	203	469	519	6.8		
455	11.5	16	157	13.16	21.43	33.05	33.34	16	766	138	223	284	6.4		
371	10.5	13 $\frac{1}{4}$	152	5.70	11.43	18.83	20.34	13 $\frac{1}{4}$	748	103	169	246	9.0		
360	9.4	14 $\frac{1}{2}$	149	5.51	11.54	19.18	21.89	14 $\frac{1}{2}$	729	109	162	265	9.4		
339	10.1	19	149	6.76	12.01	21.49	22.84	19	721	77	183	250	6.4		
332	8.9	19	147	7.86	12.46	18.26	19.93	19	752	88	241	287	7.1		
298	10.7	21 $\frac{3}{4}$	149	6.44	8.71	20.75	21.84	21 $\frac{3}{4}$	736	83	204	214	9.5		
445	11.3	15	150	8.36	12.71	25.14	25.48	15	731	106	217	271	8.3		

(Продолженіе см. на слѣд. стран.)

Номера и крупности песковъ.		Растворы уплотненные.										Растворы неуплотненные																	
		РАЗРЫВЪ.					РАЗДРОБЛЕ					НІЕ.		РАЗРЫВЪ.				РАЗДРОБЛЕНІЕ.											
		Воды. (%)	Вѣсъ образца. (грам.)	Сопротивленіе разрыву R'.				Воды. (%)	Вѣсъ кубика. (грам.)	Сопротивленіе лению		раздроб- R''.	$\frac{R''}{R'}$	Воды. (%)	Вѣсъ образца. (грам.)	Сопротивленіе разрыву R'.				Воды. (%)	Вѣсъ кубика. (грам.)	Сопротивленіе раздробленію R''.			$\frac{R''}{R'}$				
		7 дн.	28 дн.	6 м.	1 г.			28 дн.	6 м.	1 г.	(28 дн.)			7 дн.	28 дн.	6 м.	1 г.			28 дн.	6 м.	1 г.	(28 дн.)						
1:4	№ 1 . . . (-25)	9 ¹ / ₄	149	10.30	12.30	20.40	21.28	8 ³ / ₄	758	121	191			241	9.8	17	144	3.21	5.85	12.25	13.34	17	707	37	88	113	6.3		
	№ 2 . . (25-64)	9 ¹ / ₂	150	7.89	10.48	16.08	17.61	9	753	111	218			225	10.6	13 ¹ / ₂	143	4.55	6.01	10.81	12.81	13 ¹ / ₂	715	56	138	166	9.3		
	№ 3 . (64-144)	9 ³ / ₄	147.5	8.60	12.91	20.00	20.09	9 ¹ / ₄	750	109	243			221	8.4	16 ¹ / ₂	142	2.88	5.01	12.77	14.20	16 ¹ / ₂	694	36	104	126	7.2		
	№ 4 . (144-225)	10 ¹ / ₂	147	10.41	15.63	23.89	24.26	10	742	105	193			211	6.7	20	144	3.68	6.09	13.65	16.38	20	718.5	32	96	137	5.3		
	№ 5 . (225-400)	10 ¹ / ₂	143.5	8.07	11.70	20.15	20.56	10	736	91	192			216	7.8	21	143.5	3.44	5.27	12.04	15.00	21	715	32	77	120	6.1		
	№ 6 . (400-900)	12	142	7.56	11.00	16.35	18.28	11	728	75	164			184	6.8	23	144	2.83	5.29	11.63	13.29	23	721	37	99	127	7.0		
	№ 7 . (64-144) (международный).	9 ¹ / ₂	148.5	10.01	15.44	24.29	27.65	9	748	106	238			297	6.9	16 ¹ / ₂	143.5	3.52	6.01	13.05	15.14	16 ¹ / ₂	719	53	116	148	8.8		
1:5	№ 1 . . . (-25)	9 ¹ / ₄	151	8.23	11.33	20.64	20.45	8 ¹ / ₂	765	65	142			174	5.7	17 ¹ / ₂	142	2.61	5.56	9.59	11.69	17 ¹ / ₂	732	26	53	63	4.7		
	№ 2 . . (25-64)	10	143	4.31	7.91	12.75	11.95	9 ¹ / ₄	734	62	131			155	7.8	14	144	2.47	4.46	8.96	11.34	14	713	36	62	89	8.1		
	№ 3 . (64-144)	10 ¹ / ₂	146	4.16	7.76	14.71	15.30	9 ³ / ₄	728	62	122			153	8.0	19	142	2.69	5.09	8.11	11.44	19	710	25	65	79	4.9		
	№ 4 . (144-225)	11	144	4.67	8.49	13.49	14.82	10	718.5	71	123			163	8.4	20 ¹ / ₂	141	1.83	3.73	8.81	10.14	20 ¹ / ₂	708	22	52	68	5.9		
	№ 5 . (225-400)	11	140	4.61	7.16	14.54	15.81	10 ¹ / ₄	721.5	65	131			154	9.1	21 ¹ / ₂	140	1.50	3.13	7.23	9.03	21 ¹ / ₂	711	19	47	62	6.1		
	№ 6 . (400-900)	12	140.5	4.88	8.02	14.75	15.00	11 ¹ / ₄	715	56	106			137	7.0	23	143	2.60	5.00	8.02	9.35	23	719	25	63	86	5.0		
	№ 7 . (64-144) (международный).	10	143	8.17	13.30	23.49	23.10	9 ¹ / ₂	725	76	145			161	5.7	17	145	2.09	4.90	10.48	11.33	17	708	34	80	102	6.9		

Растворъ изъ чистаго цемента.

(Воды 26¹/₂%).

Сопротивленіе	7 дн.	28 дн.	6 м.	1 г.	$\frac{R''}{R'}$ (28 дн.)
Разрыву R'	33	50	58	56	} 9,6
Раздробленію R''	—	480	640	700	